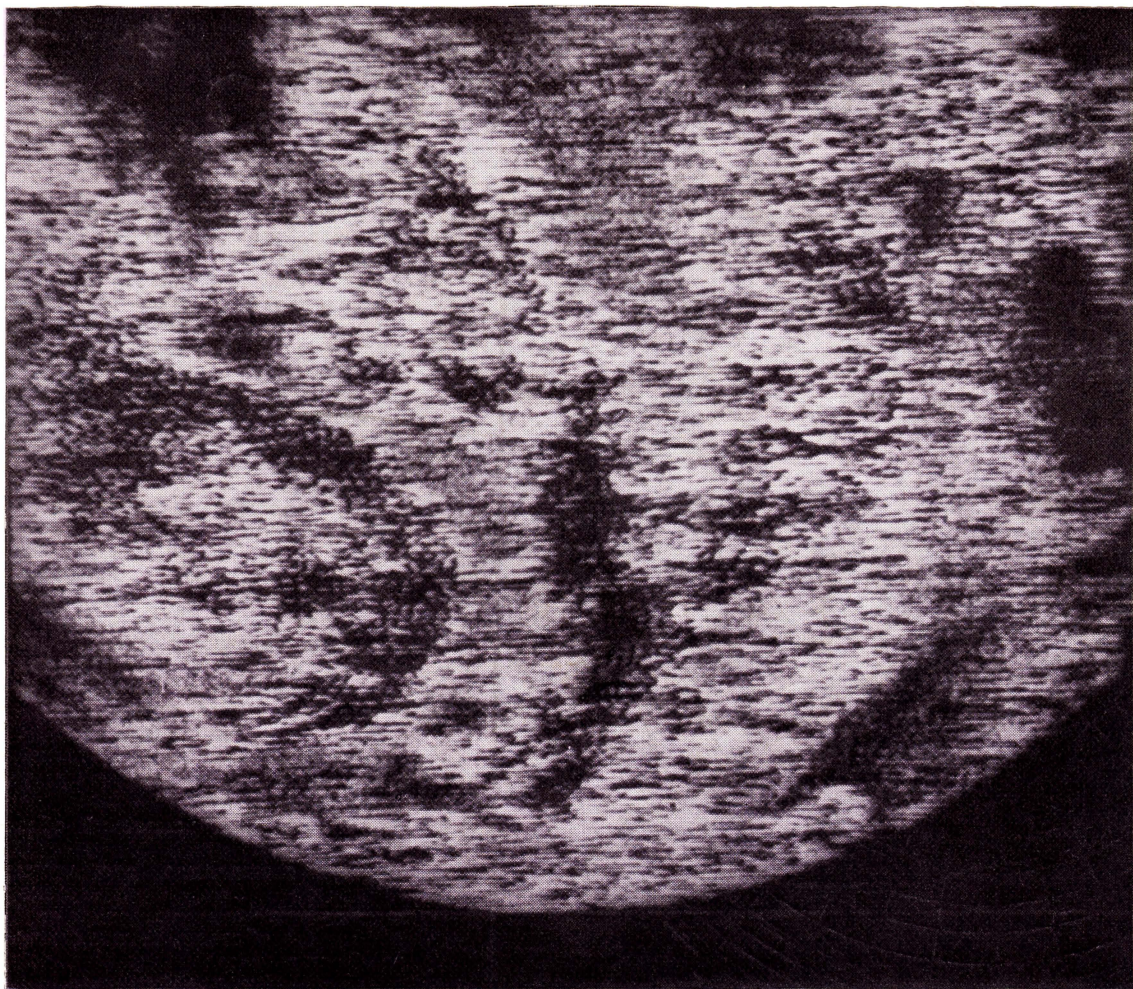




ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

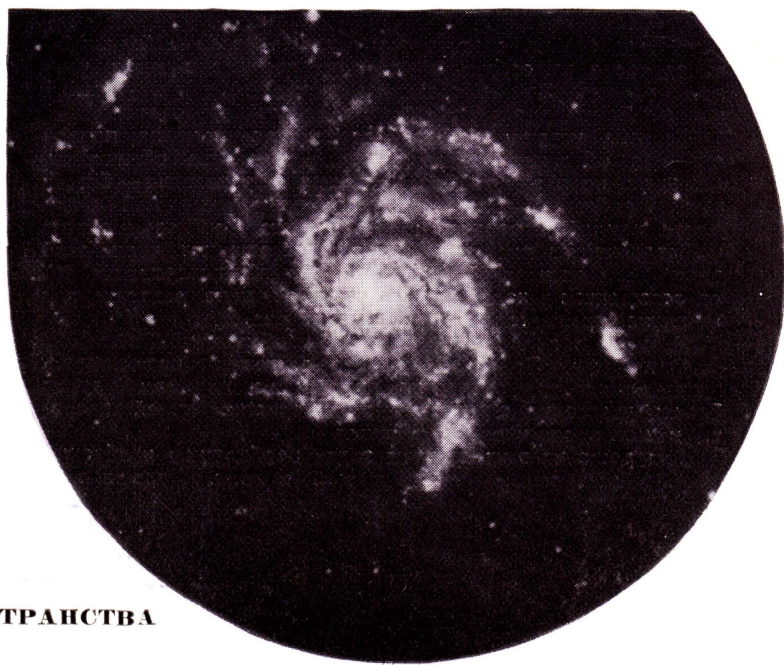
4

1 9 6 6

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



ЗЕМЛЯ ИЗ КОСМОСА

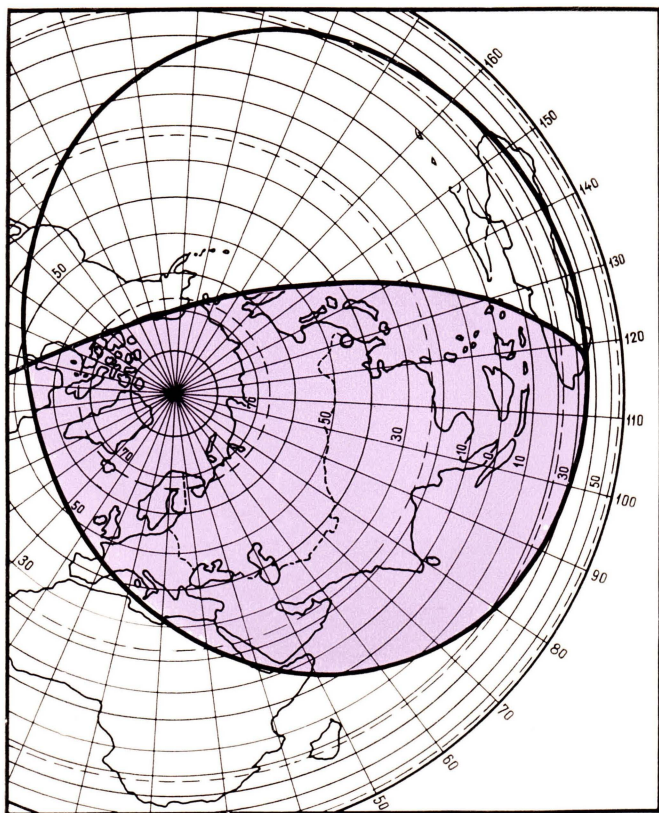


Рис. 1

18 мая 1966 г. с помощью спутника связи «Молния-1», выведенного на орбиту 25 апреля, впервые в мире удалось увидеть Землю с высоты почти 40 000 км. С такой высоты Земля видна как планета, как небесное тело!

Светлые участки снимка, воспроизведенного на первой странице обложки, показывают распределение облачности. Меньшие по площади более темные образования — безоблачные районы. На рис. 1 указана зона оптической видимости земной поверхности со спутника во время сеанса наблюдения. На рисунке выделена освещенная часть этой зоны. Зона оптической видимости земной поверхности [1], ее освещенная и неосвещенная части, а также разделяющая их линия терминатора [2] показаны на рис. 2.

Какова же ценность полученных изображений Земли?

Фотографии Земли из космоса открывают возможность исследования распределения яркости на видимом диске Земли, уточнения оптических характеристик нашей планеты и метеорологической обстановки.

Для решения этих научных задач необходимы изображения Земли, полученные с большой высоты. Дело в том,

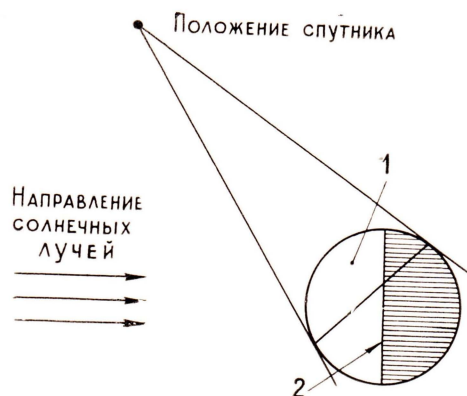
что если наблюдения проводятся со спутников, находящихся на сравнительно небольших высотах (до нескольких сот километров), то исследованию доступна лишь ограниченная часть земной поверхности, находящейся непосредственно под спутником. Этого недостаточно, например, для службы погоды, заинтересованной в получении мгновенной картины метеорологической обстановки на большой территории.

Известно, что спутники «Молния-1», пролетая на больших высотах, в течение длительного времени «видят» сразу значительную часть территории северного полушария Земли. Такая орбита может дать метеорологам возможность проследивать большие облачные системы, определяющие характер погоды одновременно на громадных пространствах. Особенно важно, что орбита позволяет исследовать полярные районы и Ледовитый океан, где затруднены наблюдения другими метеорологическими средствами. Наблюдения изменений облачного покрова над этими районами помогут составлению долгосрочного прогноза погоды на огромных территориях.

Таким образом, возможности комбинированного использования высоких орбит для спутников связи и для метеорологических целей исключительно велики.

О том, как удалось осуществить уникальное наблюдение Земли со спутника «Молния-1», рассказано на третьей странице обложки.

Рис. 2



ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

В НОМЕРЕ

Д. Я. Мартынов — Двойные системы и внутреннее строение звезд	3
Г. М. Никольский — Коротковолновое излучение Солнца	8
В. Г. Фесенков — Могут ли кометы состоять из антиматерии?	18
А. В. Засов — Радиоизлучение из межзвездного пространства	24
Л. Беркнер, Л. Маршалл — Кислород и эволюция	32
С. С. Войт — Приливы в океанах и морях	40
А. Х. Хргиан — Метеорологические сведения народов древнего Востока	50

ПО ИНСТИТУТАМ И ОБСЕРВАТОРИЯМ

И. М. Белоусов — Молодой юбиляр (к двадцатилетию Института океанологии)	60
---	----

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Е. П. Левитан — Серебристые облака — индикаторы процессов в верхней атмосфере	67
---	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

А. Д. Марленский, Ф. М. Порошин — Звездное небо и планеты в августе — сентябре 1966 г.	74
--	----

ЛЮДИ НАУКИ

С. И. Селешников — Александр Андреевич Чикин	79
--	----

ФАНТАСТИКА

Ф. Хойл, Дж. Эллиот — А-Андромеда	83
---	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

В. В. Полонский — Астрономия на марках	91
--	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Р. В. Куницкий — «Элементарная астрономия»	94
--	----

На четвертой странице обложки:

Облако нагретого водорода в созвездии Стрельца (туманность «Лагуна»). См. стр. 25.

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



ИЮЛЬ — АВГУСТ

4 1966

ГОД ИЗДАНИЯ ВТОРОЙ

XV СЪЕЗД КОМСОМОЛА — БОЕВОЙ СМОТР СИЛ ЮНОСТИ

Пять дней (17—21 мая 1966 г.) в Москве работал XV съезд ВЛКСМ.

Посланцы 23-миллионного комсомола и представители молодежных организаций 78 стран заполнили Кремлевский Дворец съездов, из огромного зала которого незадолго до открытия самого высокого комсомольского собрания разъехались делегаты XXIII съезда КПСС.

Наш народ гордится делами комсомола, его успехами в учебе и труде. Партия с удовлетворением отметила творческий рост молодых деятелей советской науки и культуры, их активное участие в жизни нашего общества. XXIII съезд КПСС призвал комсомол с еще большей энергией и настойчивостью воспитывать всю молодежь в духе ленинизма. Наша страна молодежная: возраст половины ее населения не превышает 26 лет. Сейчас в СССР учится свыше 70 миллионов человек. Поэтому воспитание молодежи — важнейшая забота партии и комсомола. Об этом говорилось в документах XXIII съезда партии, а также в Приветствии ЦК КПСС XV съезду комсомола и в речи на съезде Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Л. И. Брежнева.

В своем выступлении Л. И. Брежнев выразил самую сердечную благодарность за гражданский подвиг на ниве народного просвещения учителям, преподавателям, профессорам и всем тем, кто несет великое богатство знаний миллионам советских людей. Это в полной мере относится к людям, деятельность которых способствует популяризации достижений науки и техники.

Съезд комсомола прошел в атмосфере полного единства, активности и высокой деловитости.

XV съезд ВЛКСМ вновь показал могучую силу солидарности революционной молодежи всех континентов. Боевым призывом еще более крепить солидарность с молодежью героического Вьетнама, борющегося против американских агрессоров, прозвучало Обращение съезда к прогрессивной молодежи всех стран.

В письме Центральному Комитету КПСС, принятом съездом, комсомол от имени всех юношей и девушек нашей страны поклялся всегда и во всем вместе с коммунистами идти ленинской дорогой, доказывая своим вдохновенным трудом верность великому революционному делу.

ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗВЕЗД*

Д. Я. МАРТЫНОВ,
профессор

Теория внутреннего строения звезд начала разрабатываться всего лишь 100 лет назад. Непосредственная экспериментальная проверка ее невозможна, так как нельзя наблюдать недра звезд. Поэтому приходится косвенным путем производить наблюдательную проверку теории внутреннего строения звезд. Важно выяснить, соответствуют ли теоретическим предсказаниям наблюдаемые сочетания массы, радиуса и температуры поверхности звезды. Если соответствия нет, то в теории заключена ошибка. Если же соответствие обнаружено, то теоретик может более уверенно развивать теорию дальше, пытаясь отыскать новые зависимости между наблюдаемыми характеристиками звезд.

Гармоническое сочетание наблюдаемых характеристик звезд с теоретическими представлениями об их строении и эволюции, конечно, говорит в пользу теории. Но это еще не все. Нужны более непосредственные критерии проверки. Лучшие из них мы находим, изучая двойные звезды, особенно тесные двойные, наблюдаемые спектральными или фотометрическими методами.

Двойные звезды — важный источник сведений о физических характеристиках звезд. Только они позволяют без дополнительных предположений определить массу звезд. В тесных двойных системах, когда луч зрения лежит почти в плоскости орбиты, могут наблюдаться взаимные затмения звезд. Анализ изменений блеска затменных переменных во время минимумов позволяет определить размеры звезд, входящих в систему, их среднюю плотность, наклон луча зрения к плоскости орбиты, а из спектральных наблюдений можно найти массы звезд.

* Статья написана по материалам доклада, прочитанного 11 мая 1966 года на торжественном заседании Ученого совета Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга, посвященном 60-летию со дня рождения и 40-летию научно-педагогической и общественной деятельности профессора Д. Я. Мартынова. (Ред.)

Однако необходимо подчеркнуть следующее несоответствие: теория внутреннего строения разработана для звезд, сферически симметричных, не вращающихся, а проверять ее приходится с помощью вращающихся звезд, форма которых искажена и вращением и взаимным приливным воздействием одной звезды на другую.

ДВИЖЕНИЕ ЛИНИИ АПСИД

Есть одно специфическое явление, которое присуще только двойным звездам. Сведения о нем, получаемые из наблюдений, с полной определенностью могут служить критерием правильности теоретического построения моделей звезд. Это — монотонное движение линии апсид (большой оси) эллиптической орбиты двойной звезды, связанное с поворотом эллипса орбиты в своей плоскости. Какова причина этого явления?

Представим себе два тяжелых тела, обращающихся вокруг общего центра масс. Если это — шары, то их движение будет совершаться неопределенно долго по одному и тому же неподвижному эллипсу. Неподвижный орбитальный эллипс — следствие изменения силы тяготения обратно пропорционально квадрату расстояния между притягивающимися телами. Это имеет место при взаимодействии шаров, притяжение которых может быть сведено к точкам, расположенным в их центрах. Иное явление наблюдается, когда тела (звезды) вследствие вращения имеют, например, форму сфероидов. Вдоль экватора сфероидов или деформированных приливами эллипсоидов сила притяжения убывает быстрее, чем по закону обратных квадратов. Этим и вызывается вращение линии апсид. (Между прочим, оно очень заметно проявляется в движении искусственных спутников Земли, так как Земля — сфероид.) Чем легче сводятся притягивающиеся тела к точкам, тем медлен-

нее происходит вращение линии апсид. Рассмотрим два крайних случая.

Допустим, что вся масса одной из звезд тесной пары сосредоточена в небольшом ядре и лишь ничтожная часть ее находится в обширной газовой оболочке. В этом случае средняя плотность звезды ρ_m ничтожна по сравнению с центральной плотностью ρ_c . Деформации малого ядра вследствие приливов и вращения будут ничтожны. Газовая оболочка деформируется, но в ней содержится так мало материи! Если и вторая звезда такая же, то, очевидно, их движения будут очень мало отличаться от движения точек, а потому и вращение линии апсид будет очень медленным.

Теперь предположим, что вся масса звезды равномерно распределена по ее объему. Средняя плотность ρ_m такой однородной звезды равна центральной ρ_c . Наибольшую деформацию испытывают самые внешние слои звезды, содержащие достаточно много материи. Они оказывают существенное влияние на орбитальное движение, вызывая наибольшее из возможных движение линии апсид.

Разумеется, скорость поворота линии апсид зависит не только от отношения ρ_c/ρ_m , но и от масс тяготеющих звезд, их размеров и эксцентриситета орбиты (большой эксцентриситет помогает апсидальному движению). Кроме ρ_c/ρ_m все названные величины могут быть выведены из наблюдений. Если из надежного ряда наблюдений какой-либо затменной переменной удастся установить факт поворота линии апсид и скорость поворота, то для данной звездной пары теория позволяет вывести значение этой скорости в функции от ρ_c/ρ_m , а затем сравнить ее с наблюдаемой скоростью. В результате будет определена величина ρ_c/ρ_m , характеризующая распределение вещества внутри звезды.

В действительности дело обстоит несколько сложнее, поскольку звезды с одинаковым значением ρ_c/ρ_m , но с разным ходом плотности от центра к периферии звезды имеют разные скорости вращения линии апсид. Поэтому нужно испытать разные модели звезд, т. е. разные варианты хода плотностей.

В астрофизике наиболее хорошо разработаны модели звезд, в которых газ обладает всегда одним и тем же значением теплоемкости (политропная модель). Такая модель достаточно универсальна. Математически ее различные варианты характеризуются некоторым числом, которое называется индексом политропии. В зависимости от реальных свойств газа политропная модель может в предельном случае представлять и однородную звезду, и звезду с массой, целиком стянутой к центру.

Соответствующие крайние значения индекса политропии n равны 0 и 5. Среднее значение $n = 3$ соответствует концентрации материи, при которой $\rho_c/\rho_m = 54,4$.

RU ЕДИНОРОГА

Теперь, для того чтобы экспериментально установить распределение плотности в звездах, нужно найти двойную звезду с движением линии апсид.

Более 60 лет назад Л. П. Цераская в Москве открыла на фотографиях звездного неба переменную звезду, получившую название RU Единорога. Уже в 1905 г. С. Н. Блажко установил, что это двойная звезда, в которой происходят затмения с периодом $21^{\text{ч}}30^{\text{м}},5$ или $0,896$. Когда С. Н. Блажко возвратился к наблюдениям этой звезды в 20-х годах, выяснилось, что период ее стал $25^{\text{ч}}4^{\text{м}},2$. Такое изменение казалось невероятным, и вскоре пришлось отказаться от нового значения периода, так как оно противоречило новым наблюдениям. Старое значение периода также не годилось. С. Н. Блажко обратился за помощью к молодежи. За один год (1927—1928) в Казани А. Д. Дубяго и автор сделали около 400 оценок блеска этой звезды и принялись за их обработку. Было получено много минимумов блеска, но свести их с каким-то значением периода было невозможно. Иногда минимумы следовали друг за другом примерно через сутки (как у Блажко), а иногда их не было в течение недели. Удалось нащупать периодичность $3^{\text{д}},58$. Но что делать с промежутком между минимумами в $25^{\text{ч}}15^{\text{м}}$? При обсуждении

Рис. 1

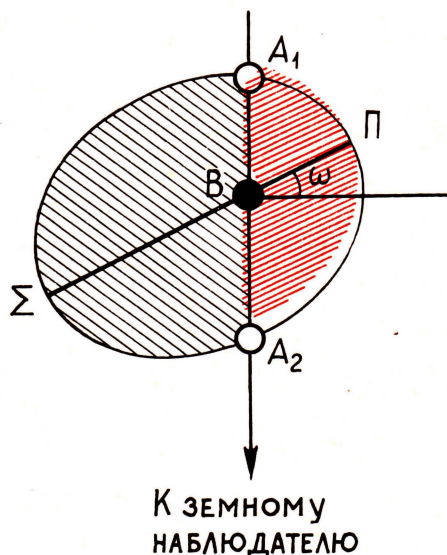
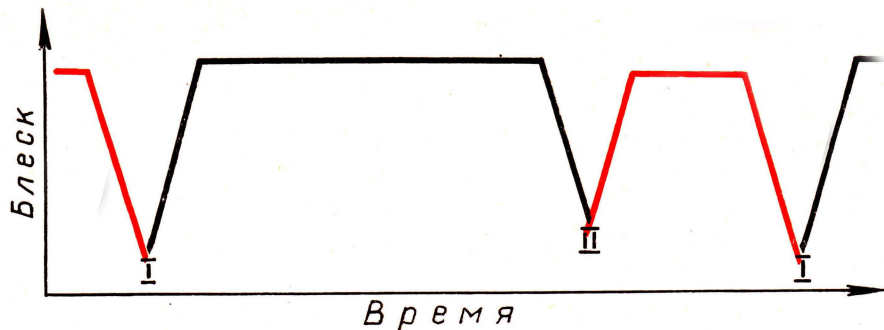


Рис. 2



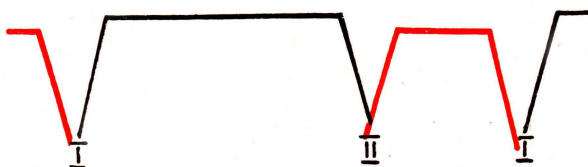
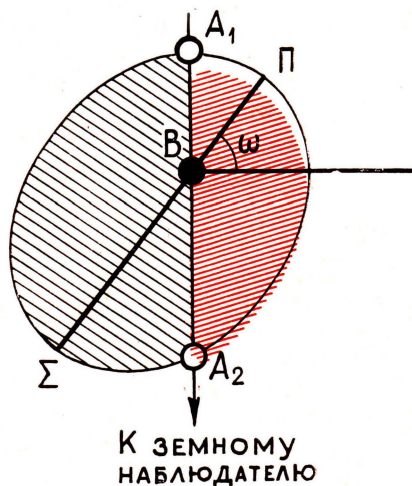
этой загадки мы обратили внимание на то, что интервал $3^д, 584$, содержит в себе период $21^ч 30^м, 5$ ровно четыре раза. Так был найден ключ к разгадке: мы имели дело со звездой, у которой вторичные минимумы сильно сдвинуты от середины между главными. Из этого следовало, что орбита имеет большой эксцентриситет. Переменность величины сдвига вторичных минимумов свидетельствовала о вращении линии апсид. Действительно, если орбита эллиптическая (рис. 1), то звезды будут становиться друг перед другом через неравные промежутки времени. Согласно второму закону Кеплера, звезда А в своем движении относительно звезды В будет затрачивать на прохождение дуги A_2A_1 гораздо меньше времени, чем на прохождение дуги A_1A_2 . В положении A_1 происходит затмение более яркой звезды менее яркой, в положении A_2 — затмевающей стала более яркая звезда. Значит A_1 соответствует главному минимуму, A_2 — вторичному (рис. 2). Вследствие эллиптичности орбиты промежутков времени от главного минимума до вторичного должен быть больше, чем от вторичного до главного. Но так будет лишь при данном направлении линии апсид $\Sigma\P$. Если она повернется, то и интервалы времени между максимумами испытают изменения (рис. 3). Положение линии апсид фиксируется углом, который она образует с лучом зрения или дополнением этого угла до 90° . На рис. 1 этот угол (долгота периастра) обозначен ω . От величин $e \cos \omega$ и $e \sin \omega$ (e — эксцентриситет орбиты) зависят также интервалы времени между минимумами и продолжительность затмений. Заметим еще, что если обе звезды мало различаются размерами и яркостью, то оба минимума будут практически неразличимы.

Но вернемся к звезде RU Единорога. Итак, истинный период ее P равен $3^д, 58$. Если бы С. Н. Блажко в 1905 г. мог наблюдать звезду много ночей подряд, он убедился бы, что из пяти предсказываемых им минимумов RU Единорога наблюдаются только три, а два выпадают. По счастливой случайности в ту пору расстояние от вторичного

минимума до главного составляло ровно четверть истинного периода. Поэтому элементами Блажко (1905 г.) можно было пользоваться несколько лет: нередко в предсказанное время минимумы не происходили, но ни один минимум не случался в непредсказанное время. В 1925 г. все это изменилось из-за поворота линии апсид.

Наша интерпретация RU Единорога полностью соответствовала фотометрическим наблюдениям Уэнделла (Гарвард) и разрозненным данным других наблюдателей. Тем не менее, Шепли решил проверить поведение звезды по старым, по-видимому, неважным гарвардским пластинкам. Он на-

Рис. 3



шел, что эксцентриситет системы RU Единорога порядка 0,5, а период обращения линии апсид достигает не менее 1000 лет. Согласно Дубяго, классическим способом исследовавшему нашу кривую блеска, эксцентриситет оказался равным 0,4, а период обращения линии апсид не более 600 лет, вернее — близок к 400 годам. В 1930 г. никакие другие результаты не могли быть получены. Нужно было пополнить материал наблюдений, получить новые эпохи минимумов, чтобы уточнить скорость их относительного раздвигания. Хорошо было бы это сделать фотоэлектрическим путем, но невозможно заниматься этим, да еще в Казани, где RU Единорога не поднимается выше 27° над горизонтом и выгодные для наблюдений кульминации приходится на декабрь — февраль, когда ясная погода — редкость!

Я вел тогда разнообразные наблюдения на Энгельгардтовской обсерватории, в том числе глазомерные оценки на 6-дюймовом кометонискателе Мерца. В программу входила и RU Единорога. Именно ее ожидавшийся минимум заставил меня провести ночь 12—13 января 1940 г. у телескопа при температуре -37°C . Минимум состоялся, но по понятным причинам отнаблюдать я его не очень точно. В 1930—1943 гг. были получены 20 новых эпох минимумов, а в 1945 г. О. Струве, русский астроном, работавший в США, провел серию спектральных наблюдений RU Единорога. Эти наблюдения представляли большую ценность, так как они давали не только значение эксцентриситета e и долготы периастра ω на эпоху наблюдений, но и размеры орбиты. Полученные данные в сочетании с точным фотометрическим анализом позволили бы определить массы, размеры и плотности компонент.

Однако точных фотометрических наблюдений не доставало, и лишь 20 лет спустя представился великолепный случай получить их. Таким случаем стала моя месячная поездка в Австралию (ноябрь — декабрь 1964 г.), осуществленная в порядке обмена учеными между Московским университетом и Национальным университетом Австралии в Канберре. Профессор Бок, директор обсерватории Маунт Стромло, предоставил в мое распоряжение телескопы обсерватории с их фотоэлектрическими установками и вместе со мной проводил наблюдения. Какое может быть сравнение с наблюдениями в Казани! В Австралии RU Единорога кульминирует в разгар лета к северу от зенита на расстоянии всего лишь 24° от него.

Фотоэлектрические наблюдения подтвердили дальнейшее смещение минимумов от движения линии апсид. Подтвердили они и обнаруженное за 5 лет до того А. Е. Приходько в Одессе вековое

изменение периода RU Единорога, независимое от апсидального движения. По совокупности двух причин вторичный минимум оказался смещенным на восемь часов против ожидаемого. Изменение периода осложняло анализ, но на этот раз имелись точные фотоэлектрические наблюдения в трех спектральных участках, и они дали надежные результаты.

Накопившийся сдвиг минимумов позволил уверенно проследить изменения величины $e \cos \omega$, а анализ кривой блеска давал составляющую $e \sin \omega$. Зная эти величины, можно было найти e и ω , а из сопоставления ω с ее значениями, полученными по спектральным наблюдениям Струве и старым оценкам (естественно менее точным), выявлялась отчетливая картина равномерного поворота линии апсид вперед со скоростью $45''$ за один орбитальный период. Таким образом, период обращения линии апсид U составляет 284 года (отношение $U/P = 28\,900$). Изменения, которые испытала орбита за 60 лет, можно видеть на рис. 4 справа, где показаны также кривые блеска RU Единорога для четырех эпох. Главный минимум, происходящий теперь у периастра орбиты, длится около 5 часов, а вторичный — у апоафра — 11 часов!

Решение кривых блеска дало значения эксцентриситета орбиты $e = 0,376$, радиусов компонент, составляющих эту пару, 0,130 и 0,126 (в долях большой полуоси орбиты) или 2,17 и 2,11 (в единицах солнечного радиуса). Отношение масс 1,045 : 1 взято из спектральных наблюдений. С этими значениями формула для отношения U/P дает при соответствующем классе политропии:

n	2	3	4
ρ_c/ρ_m	11,4	54,4	623,4
U/P	4650	24000	263000.

Наблюдаемое значение $U/P = 28\,900$, что приблизительно соответствует классу политропии $n = 3,1$ или отношению $\rho_c/\rho_m \cong 70$.

ДРУГИЕ СИСТЕМЫ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

RU Единорога — не единственная звезда с вращением линии апсид. Еще ранее была известна такая же звезда — Υ Лебедя, а затем была открыта GL Киля. Этими тремя звездами исчерпывается в настоящее время список хорошо изученных случаев апсидального движения. Кроме них движение линии апсид достоверно наблюдается у пяти систем, хуже изученных.

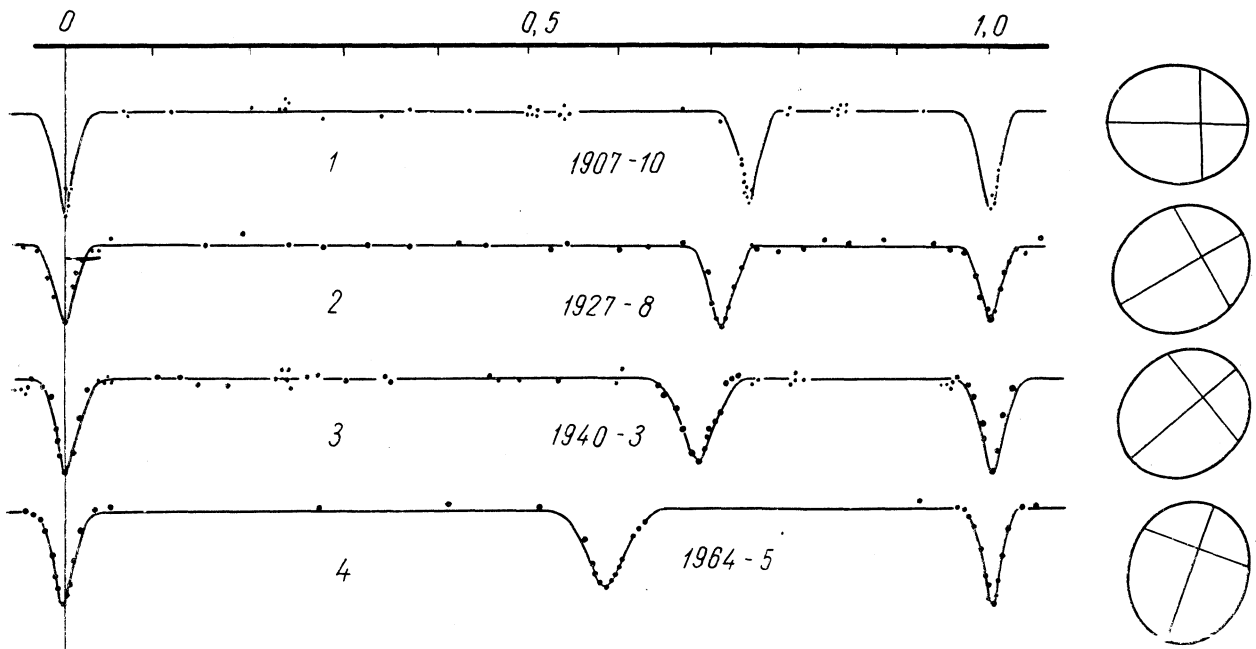


Рис. 4

Три системы — γ Лебеда, RU Единорога и GL Киля имеют много общего. В каждой из них компоненты — горячие звезды, соответственно спектральных классов B0, B9, B3. Эти массивные и плотные звезды, они несколько малы по размерам для своих масс. Их следует рассматривать как объекты недостаточно большого блеска. Так, при массах 2,51 и 2,40 (в единицах массы Солнца) компоненты RU Единорога имеют светимости $M_1 = +1,5$ и $M_2 = +1,7$. Это явно мало для спектрального класса B9 и согласуется с избыточным ультрафиолетовым излучением по крайней мере более яркой компоненты. Можно считать, что последняя принадлежит к слабым голубым звездам, лежащим существенно ниже главной последовательности звезд на диаграмме Герцшпрунга — Рассела.

Компоненты γ Лебеда более массивны. Их массы — 17,1 и 17,3 солнечной массы, а плотности высоки (0,21 солнечной плотности), т. е. почти такие же, как у компонент RU Единорога (0,25 солнечной плотности), принадлежащей к гораздо бо-

лее позднему спектральному классу. Сходные характеристики имеют и компоненты GL Киля.

У всех трех рассматриваемых звезд эффективный индекс политропии близок к 3, а отношение ρ_c/ρ_m составляет 60—70. Если эти звезды устроены не по политропной модели, то отношение это будет иное, меньшее, но лишь в случае модели с очень массивным ядром может стать равным 11. Это наименьшее из возможных значений маловероятно.

Менее точно изученные движения линии апсид относятся к звездам преимущественно спектральных классов A0 — A5. В этих системах компоненты не очень сильно разделены и различаются по спектральному классу, т. е. могут иметь разное строение. Этим затрудняется применение теории. У таких звезд эффективный индекс политропии выше — от 3,5 до 4,0, т. е. ρ_c/ρ_m порядка 200—600. Очень доверять этим числам не стоит, так как данные о них ненадежны. Здесь нужны длинные и точные наблюдательные ряды. Будем надеяться, что они не заставят себя ждать.

КОРОТКОВОЛНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА

Г. М. НИКОЛЬСКИЙ,
доктор физико-математических наук

Современная наука, помимо своего бурного роста (о чем любят писать, и это, разумеется, так), быстро впитывает новые представления и результаты, делая их «привычными» специалистам, и даже широкому кругу людей, среди которых популяризируются естественно-научные знания. Проходит несколько лет, и некогда революционные идеи или экспериментальные результаты становятся общеданными. Слово «революционный», однако, нужно применять осторожно, никогда не забывая, что все предыдущее развитие науки является тем прочным фундаментом, на котором возникают новые представления. Современному естествознанию присуща также высокая степень коллективности в исследованиях. Характерно, что сейчас многие новые научные результаты независимо получают и практически одновременно описывают различные исследователи. Таковы, на наш взгляд, основные черты развития науки, и в частности, науки, исследующей физическую природу небесных тел,— астрофизики.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СОЛНЕЧНОМ КОРОТКОВОЛНОВОМ ИЗЛУЧЕНИИ

Вплоть до 40-х годов XX века практически ничего не было известно о природе и характере излучения Солнца в области коротких, меньше 2900 Å, длин волн. Но еще 2000 лет назад атомист и поэт Лукреций Кар высказал гениальную догадку о возможности невидимого солнечного излучения:

«Может быть также, небес светильник розовый — Солнце
Множеством жарких огней обладает, невидимых нами,
Что окружают его совершенно без всякого блеска,
Лишь умножая своей теплотой лучей его силу»*.

* Лукреций, «О природе вещей». Книга пятая.

В первой трети нынешнего века существовало лишь предположение о роли жесткого излучения Солнца в образовании проводящего слоя земной атмосферы — ионосферы. Считалось, что Солнце не только в видимой области спектра, но и в интервале длин волн, меньших 1000 Å, излучает как абсолютно черное тело с температурой около 6000° (рис. 1). В конце 30-х годов установили, что верхняя атмосфера Солнца — корона, простирающаяся от 0,03 $R_{\odot}$ (считая от фотосферы) до расстояний, соизмеримых с расстояниями Солнце — Земля (200 $R_{\odot}$), имеет исключительно высокую кинетическую температуру, около 1 млн. градусов.

Эта точка зрения, впоследствии нашедшая блестящее подтверждение в целом ряде наблюдательных и теоретических фактов, позволила советскому астрофизику И. С. Шкловскому в 1945 г. высказать соображения о существовании жесткого солнечного излучения с длинами волн порядка сотен ангстрем, имеющего совершенно иную природу, отличную от непрерывного излучения Солнца в видимой области спектра.

Энергия теплового движения частиц короны высока: наиболее легкие из них — электроны — движутся со скоростями, равными тысячам километров в секунду. Тяжелые многоэлектронные атомы испытывают каждую секунду около десяти столкновений с такими электронами. В результате атомы теряют свои электроны, ионизируются. Некоторые атомы теряют более десяти своих внешних электронов. Наряду с этим действует обратный процесс (фоторекомбинация): ионы присоединяют к себе пролетающие мимо них электроны, переходя в более низкую стадию ионизации. При этом испускается световой квант, уносящий избыточную энергию налетающего электрона. Совместное действие обоих элементарных процессов приводит к тому, что в разреженном газе достигается некоторое равновесное состояние, при котором относительное содержание ионов (степень ионизации) зависит от температуры, но не чувствительно к изменению плотности вещества.

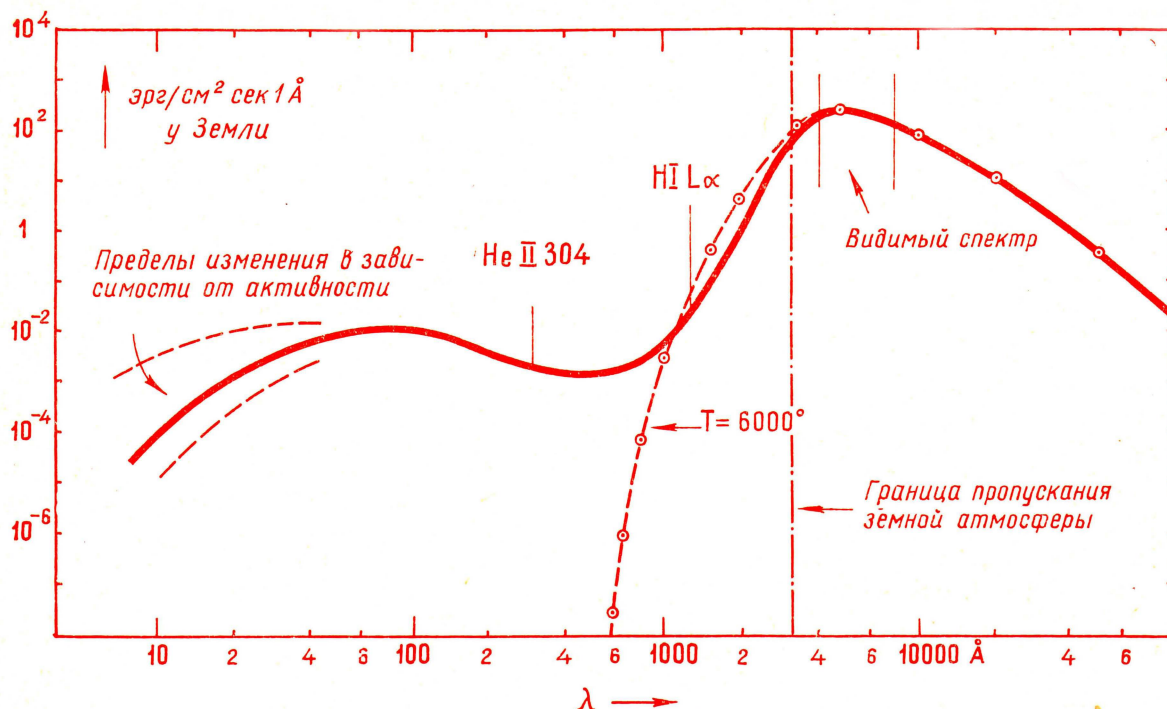


Рис. 1. Излучение Солнца в областях $10 \text{ \AA} - 10 \text{ мк}$. Средние величины потока излучения Солнца у Земли и потоки излучения в линиях L_α и $\text{He II } 304 \text{ \AA}$ даны в расчете на $1 \text{ \AA}$. Точки и пунктирная кривая — излучение абсолютно черного тела при температуре 6000° . Пунктиром показаны пределы изменения излучения в рентгеновской области спектра, обусловленные общей активностью и появлением хромосферных вспышек

Таким образом в короне образуются ионы Fe X , Fe XIV , Ca XIII , Ni XVI и другие. (Нейтральный атом, например атом железа, обозначается Fe I , один раз ионизованный Fe II и т. д.). Наблюдаемые в короне во время затмений (и вне затмений со специальными инструментами — коронографами) эмиссионные линии, расположенные в видимой области спектра, испускаются именно этими ионами. Например, наиболее яркие красная и зеленая линии 6374 и $5303 \text{ \AA}$ излучаются соответственно ионами Fe X и Fe XIV .

Большинство этих линий связаны с «запрещенными» квантовыми переходами атомов из некоторого возбужденного состояния (уровень 2) в самое низкое энергетическое состояние — основное (уровень 1). Разность энергий этих состояний определяет длину волны излучаемой линии. Практически любой из корональных ионов имеет

такой уровень 3 (и не один), переход с которого будет соответствовать излучению с длиной волны порядка сотен ангстрем.

Из теории атомных столкновений известно, что при температурах около 1 млн. градусов числа возбуждений ионов в состоянии 2 и 3 за 1 секунду практически равны. Отсюда следует, что числа переходов с 3-го и 2-го на 1-й уровень будут примерно одинаковыми. Это и позволяет оценить энергию жесткой радиации.

Рассмотрим для примера ион Fe X , излучающий в линии $\lambda_{12} = 6374 \text{ \AA}$ поток энергии $5 \cdot 10^{-4} \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек}$ * или $1,6 \cdot 10^8 \text{ квант/см}^2 \cdot \text{сек}$ около Земли. Этот же ион может излучить «жесткую» линию $\lambda_{13} = 347 \text{ \AA}$, каждый квант которой несет энергию $6 \cdot 10^{-11} \text{ эрг}$ (в $6374/347 \approx 18$ раз превосходящую энергию каждого «видимого» кванта). Отсюда поток жесткого излучения равен $1,6 \cdot 10^8 \text{ квант/см}^2 \cdot \text{сек} \times 6 \cdot 10^{-11} \text{ эрг/квант} \approx 0,01 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек}$ — величине, блестяще согласующейся с недавно проведенными внеатмосферными

* Все величины энергии излучения даны в эргах, проходящих за 1 сек через 1 см^2 , удаленный от Солнца на 1 а. е.

наблюдениями. Подобные рассуждения заставляли исследователей признать реальное существование жесткого линейчатого излучения короны.

Трудности при исследовании коротковолнового излучения возникают не только потому, что это излучение не пропускается земной атмосферой. Серьезные осложнения связаны также и с тем, что большинство применяемых в обычной спектроскопии оптических материалов совершенно непригодно для коротковолновой спектроскопии. Так, обычная отражательная оптика, алюминированные зеркала и дифракционные решетки имеют малый коэффициент отражения в области длин волн короче 2000 Å. Еще хуже обстоит дело с преломляющей оптикой. Тем не менее, в лаборатории область спектра до 1200 Å изучалась Шуманом уже в конце XIX столетия; в 1921 г. Милликэн получил спектр до 200 Å, а в 30-х годах Эдлен — выдающийся спектроскопист и автор отождествления «загадочных» эмиссионных линий в короне, отодвинул предел до 4 Å.

В ракетных спектрографах, применяемых для исследования солнечного спектра, чаще всего используются вогнутые дифракционные решетки, заменяющие одновременно зеркала камеры и коллиматора. Распространены два способа установки решеток: система нормального падения (рис. 2, сверху) и косоугольного падения (рис. 2, внизу) лучей. Первая система часто применяется с преддисперсионной решеткой, которая играет роль питающего зеркала и снижает рассеянное излучение.

Система нормального падения используется для сравнительно длинноволновой области спектра (больше 500 Å), а система косоугольного падения — в области более коротких длин волн. Система нормального падения позволяет получить стигматичный спектр, т. е. каждой точке щели (а следовательно, каждой детали изображения Солнца на щели) соответствует узкая полоска спектра, что, конечно, важно при исследовании характера спектра в различных областях солнечного диска.

Зато вторая система дает возможность значительно продвинуться в область весьма коротких длин волн. Так, коротковолновые границы спектров, которые могут быть получены с одной и той же решеткой при углах падения 0 и 86°, соответственно равны 300 и 50 Å.

В качестве фотоматериалов применяются специальные пленки с безжелатиной эмульсией. Используются также спектрометры, в которых приемником радиации служит специальный фотомножитель, движущийся вдоль спектра. Получающийся при этом переменный электрический сигнал с помощью радиотелеметрической системы передается на Землю. Фотоэлектрический способ

не требует «спасения» кассеты со снимком, но отличается сложностью аппаратуры.

Для регистрации энергии коротковолнового излучения в широких участках спектра применяются специальные фотоэлектрические приборы: понижающие камеры или счетчики фотонов. Есть еще один оригинальный своей простотой тип установки, позволяющий получить изображение Солнца в некотором интервале длин волн, обычно в мягкой рентгеновской области спектра. Это — камера-обскура (ящик с отверстием малого диаметра вместо объектива). Диаметр отверстия и расстояние от него до пленки определяют размеры изображения и разрешение. Например, при диаметре отверстия около 0,1 мм и длине камеры 20 см на изображении будут различимы (разрешены) детали, составляющие не менее $\frac{1}{10}$ диаметра двухмиллиметрового солнечного изображения в области 100 Å. Изображение, построенное камерой, регистрируется на фотопленке.

Время фотографирования или продолжительность фотоэлектрической регистрации спектра приборами, установленными на ракетах и искусственных спутниках Земли, составляет обычно от нескольких секунд до минут.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Первый запуск ракеты со спектрографом (1946 г., США), достигшей высоты 55 км, позволил получить спектр в области 2100—2900 Å с довольно плохим разрешением. До 1949 г. коротковолновая граница полученных спектрограмм оставалась на месте, однако их качество улучшалось. Изучение материалов показало, что яркость непрерывного спектра Солнца в интервале 2100—2900 Å падает с длиной волны быстрее, чем излучение абсолютно черного тела с температурой 6000° (длине волны 2000 Å уже соответствует температура 4500°). Вплоть до 2000 Å солнечный спектр качественно вполне подобен спектру видимой области длин волн. Это — непрерывный спектр с многочисленными линиями поглощения. Участок спектра 2000—2900 Å был хорошо изучен после того, как в 1958 г. советским ученым удалось получить спектрограммы с высоким разрешением и отождествить на них большое количество линий поглощения.

В области 1800—1900 Å на уже очень слабом фоне непрерывного спектра появляются эмиссионные линии, которые определяют всю энергию излучения, начиная примерно с 1500 Å. Как отмечалось, интенсивность спектра в области короче 2900 Å падает даже быстрее, чем излучение черного

тела при температуре 6000° . Однако уже в области $1000 \text{ \AA}$ Солнце излучает в 2—3 раза большую энергию, чем можно было ожидать при той же температуре. Для длины волны $500 \text{ \AA}$ это различие достигает весьма больших величин — порядка 10^8 . Весь этот «избыток» обусловлен эмиссионными линиями, механизм образования которых не имеет ничего общего с фотосферным излучением, доминирующим в видимой области спектра (см. рис. 1).

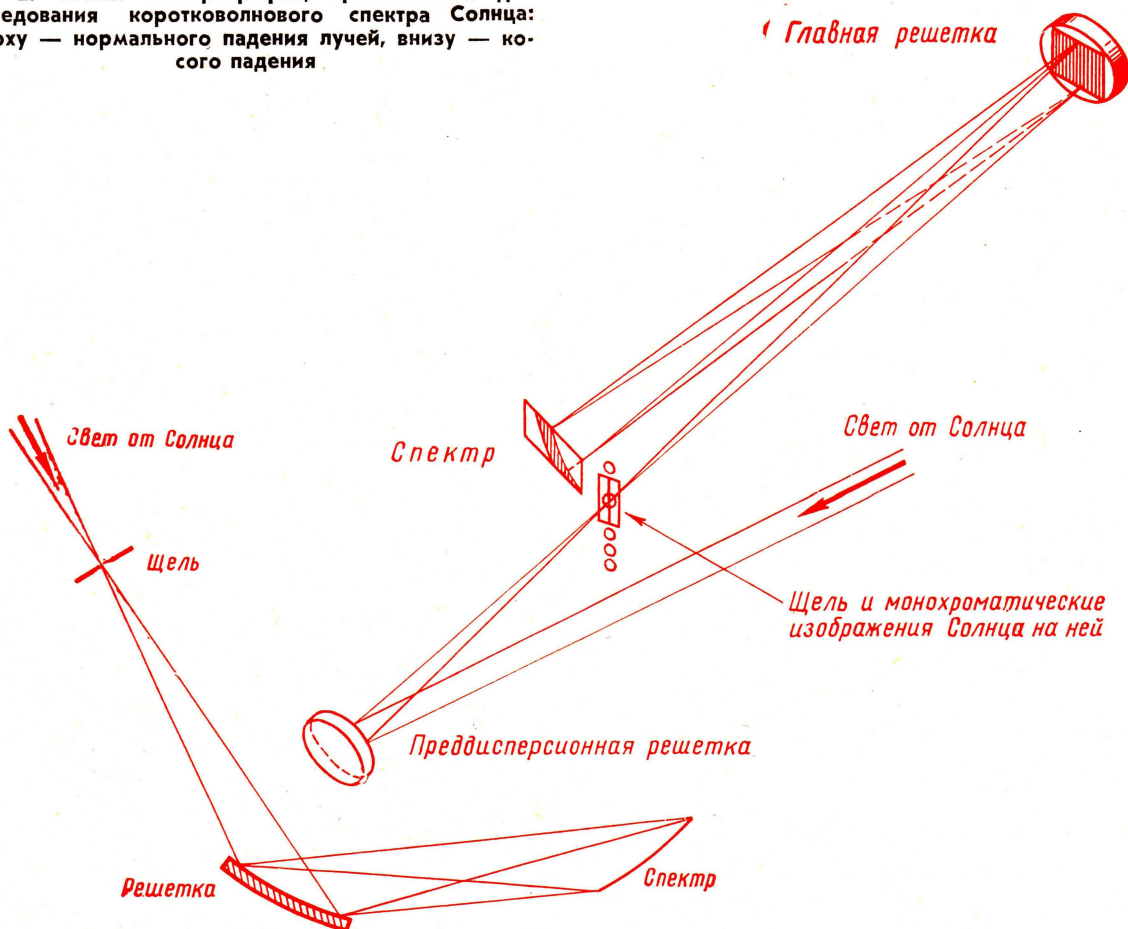
В 1952 г. группа сотрудников Колорадского университета (США) получила слабое, но отчетливое изображение эмиссионной линии $1215,7 \text{ \AA}$ L_α — резонансной линии водорода. Линия L_α $1216 \text{ \AA}$ — сильнейшая линия с длиной волны короче $2000 \text{ \AA}$. Поток излучения в этой линии составляет в среднем около $3 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек.}$ Однако наиболее интересная область коротковолнового излучения характеризуется меньшими длинами волн при-

мерно $1000\text{—}1300 \text{ \AA}$. Дело в том, что кванты с энергией, соответствующей этим длинам волн, могут ионизовать азот и кислород земной атмосферы.

На вклейке к странице 16 приведены репродукции некоторых ракетных спектрограмм. На спектрограммах указаны ионы, с излучением которых отождествлены наблюдаемые линии. Заметна неоднородность свечения (вдоль линии); более яркие места, пересекаемые щелью, соответствуют активным областям на Солнце.

Фотоэлектрический метод регистрации также неоднократно применялся американскими исследователями. На регистрограммах, полученных в области от 1300 до $60 \text{ \AA}$, можно насчитать около 300 линий. Наиболее заметные детали регистрограмм: линии пятикратно ионизованного кислорода O VI $1037,6$ и $1031,9 \text{ \AA}$, вторая линия лаймановской серии водорода L_β $1025,7 \text{ \AA}$, (рис. 3, а), весьма яр-

Рис. 2. Схемы спектрографов, применяемых для исследования коротковолнового спектра Солнца: сверху — нормального падения лучей, внизу — косого падения.



Исследование линии La с большим разрешением привело к интересному результату: кроме широкой неглубокой депрессии в центральной части линии, имеющей, по-видимому, солнечную природу, в самом центре обнаружен очень узкий (0,02—

Исследования мягкого рентгеновского излучения (область спектра 1—100 Å) проводились начиная с 1948 г. Данные, полученные Морской исследовательской лабораторией США, охватывают полностью цикл солнечной активности (1948—1960 гг.). Применялись счетчики фотонов и ионизационные камеры с фильмами. Оказалось, что поток рент-

a

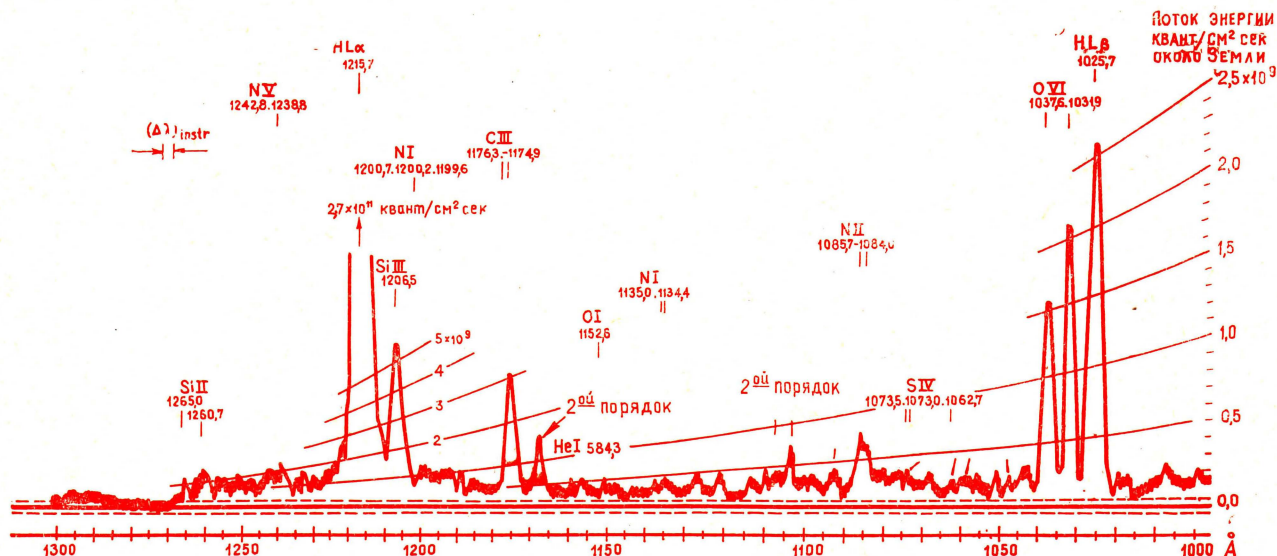
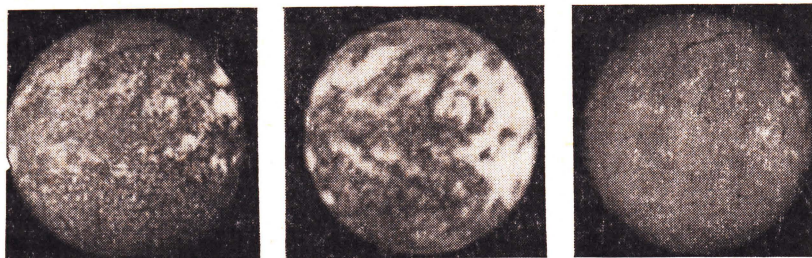


Рис. 4. Изображение Солнца в лучах [слева направо]: К ионизованного кальция, L_{α} и H_{α}



геновского излучения сильно изменяется с фазой солнечной активности и тем значительнее, чем короче длины волн. В области длин волн короче 20 Å излучение меняется от минимума к максимуму активности в десятки раз, а для длин волн, меньших 8 Å,— уже в сотни.

В моменты хромосферных вспышек рентгеновское излучение резко возрастает (в 100 и более раз). Если принять во внимание, что площадь вспышки обычно около 0,01 площади солнечного диска, то поверхностная яркость в рентгеновской области должна в десятки тысяч раз превосходить яркость «спокойных» участков Солнца. Рентгеновское излучение проникает в сравнительно глубокие слои земной атмосферы, активно поглощаясь на высотах около 100 км и ниже, тем самым образуя ионосферную область D.

В СССР солнечное рентгеновское излучение исследуется группой сотрудников Физического института АН СССР под руководством С. Л. Мандельштама. С 1959 г. ими был проведен ряд интересных наблюдений со спутников и ракет в области короче 10 Å, получены фотографии солнечного диска в различных областях рентгеновского спектра.

Рентгеновское излучение во время солнечных затмений регистрировалось учеными США (1958 г.) и СССР (1961 г.). Во время полной фазы затмения рентгеновское излучение не исчезает полностью, а уменьшается до 10—15% от обычного потока. Это свидетельствует о том, что источники жесткой радиации находятся в солнечной короне.

Фотографии изображения Солнца, полученные с камерой-обскуры, показали, что рентгеновское

6

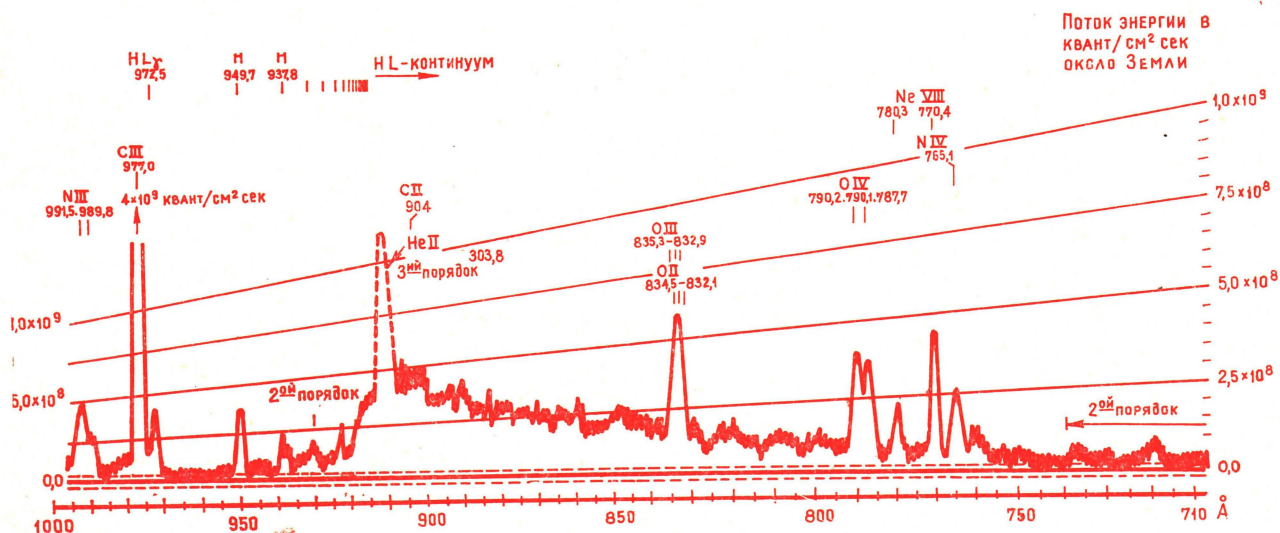
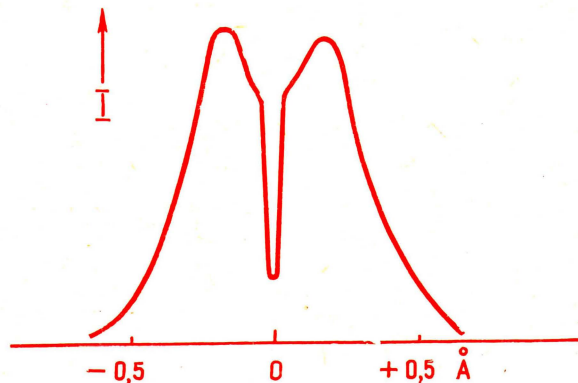


Рис. 5. Профиль резонансной линии водорода L_{α} .
По оси ординат — относительная интенсивность



излучение исходит из отдельных пятен в 30—40 раз более ярких, чем участки «спокойного» Солнца. Эти пятна совпадают с активными областями — факелами, хорошо видимыми в лучах ионизованного кальция. Корона на «рентгеновских» фотографиях имеет вид кольца, окружающего солнечный диск и особенно яркого в тех местах, где во внутренней короне, согласно наземным наблюдениям, имеются области повышенной плотности — конденсации (см. «Земля и Вселенная», № 3, 1965, стр. 3, рис. 1).

О ПРОБЛЕМАХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Какие проблемы могут быть решены при изучении материалов коротковолновых наблюдений?

Прежде всего эти исследования важны для геофизиков, занимающихся проблемами строения и образования ионосферы.

Астрофизики получили мощный метод исследования физических процессов в тех слоях солнечной атмосферы, которые далеко не всегда доступны изучению с земной поверхности. В коротковолновой области спектра сравнительно холодные слои солнечной атмосферы — фотосфера и нижняя хромосфера, практически ничего не излучают, и весь спектр с длинами волн короче 1000 Å определяется самыми горячими слоями — короной и верхней хромосферой. Обычно почти все атомы (или ионы) находятся в наинизшем (основном) энергетическом состоянии, поэтому химический количественный анализ неизбежно связан с процедурой пере-

хода к числу атомов в основном состоянии. Так как подавляющее большинство коротковолновых линий связано с основным состоянием атомов (или ионов), то наиболее точные данные о химическом составе могут быть получены именно из анализа коротковолновых материалов.

Теперь наряду с оптическими и радиоданными при исследовании строения солнечной атмосферы (распределение температуры и плотности с высотой) необходимо также учитывать данные о коротковолновом излучении, оказавшиеся весьма существенными. Так, еще 10—15 лет назад делались прогнозы интенсивности некоторых коротковолновых линий. Однако из-за неправильных представлений о строении солнечной атмосферы эти прогнозы не оправдались.

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ КОРОТКОВОЛНОВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЛИНИЙ

При исследовании солнечного коротковолнового спектра, как, впрочем, и любого другого, — в первую очередь необходимо отождествить линии, т. е. «расшифровать» спектр. Сложность «расшифровки» солнечного коротковолнового спектра определяется в основном двумя причинами. Во-первых, длины волн наблюдаемых линий известны с невысокой точностью, во-вторых, соответствующие спектры плохо изучены в лаборатории. Таким образом, критерий совпадения длин волн наблюдаемой и теоретически вычисленной или измеренной в лаборатории линии в случае солнечного коротковолнового спектра неэффективен.

Для отождествления линий необходимо кроме длин волн знать также, хотя бы ориентировочно, энергию излучения в них, главным образом, относительные величины интенсивностей различных линий. Другими словами, необходимо предварительно сделать теоретическое предсказание длин волн и интенсивностей достаточно большого числа наиболее ярких линий. Разумеется, ряд характерных линий, о которых шла речь при описании коротковолновых спектров, отождествлен надежно, а потому их можно использовать в качестве опорных.

Список коротковолновых линий, их длин волн и примерных интенсивностей составили Г. С. Иванов-Холодный и автор статьи в 1961 г.

Сущность примененного метода сводится к следующему.

Данный ион может существовать только при температурах, близких к его так называемой ионизационной температуре. Излучение иона исходит

поэтому из слоя, имеющего соответствующую температуру. Так например, ион C III будет излучать лишь в областях с температурой, близкой к $50\,000^\circ$, ион O VI — к $250\,000^\circ$ и т. д.

По ряду опорных линий можно оценить зависящую только от температуры излучающую способность таких слоев. Такая зависимость была построена на основании рассмотрения 20 коротковолновых линий и 12 «запрещенных» корональных линий видимой области спектра, испускаемых различными ионами с ионизационной температурой, охватывающей диапазон температур от 10 тыс. до 2,5 млн. градусов. При этом выявилась интересная особенность солнечной атмосферы. Оказалось, что значительное место занимает область с температурой, превышающей хромосферную (10 тыс. градусов) и не достигающей корональной (1 млн. градусов). Иными словами, солнечная атмосфера имеет достаточно плотную и протяженную переходную область между хромосферой и короной.

Для определения энергии излучения в любой коротковолновой линии необходимо сначала вычислить длины волн линий, рассмотрев всевозможные ионы наиболее обильных элементов. Такая работа была проделана (рассчитано около 600 коротковолновых линий, принадлежащих 130 ионам 20 различных химических элементов, вычислены также значения ионизационной температуры для каждого иона). Для расчетов длин волн использовались данные лабораторных исследований коротковолновых спектров, полученные разными исследователями. Зная ионизационную температуру, уже нетрудно было найти излучающую способность (меру эмиссии), а затем и поток энергии в каждой из линий.

Аналогичную работу в 1961 г. независимо от советских исследователей выполнил английский астрофизик Аллен, рассчитавший интенсивности 96 линий.

Полученный список коротковолновых линий дал возможность увереннее провести отождествление наблюдаемых спектров, уточнить не только данные об обилии ряда элементов на Солнце, но и значение полной энергии коротковолнового спектра в области меньше $1000\text{ \AA}$. Из 300 коротковолновых линий в области спектра $60\text{--}1216\text{ \AA}$ было отождествлено 80% линий; лишь 10—15% отождествлений вызывают некоторые сомнения.

В годы высокой солнечной активности поток излучения в области спектра короче $1216\text{ \AA}$ составляет около $5\text{ эрг/см}^2\cdot\text{сек}$. Когда активность Солнца значительно снижается, как это было, например, в 1954 г., поток падает до $2\text{ эрг/см}^2\cdot\text{сек}$. Эти величины энергии коротковолнового излучения хорошо согласуются с последними ракетными наблюдения-

ми Солнца и с данными современных ионосферных исследований. Разумеется, изменение с фазой активности в 2,5 раза относится только к общей энергии коротковолнового спектра: в «длинноволновой» области ($1216\text{--}700\text{ \AA}$) изменения существенно меньше, чем в более коротковолновой.

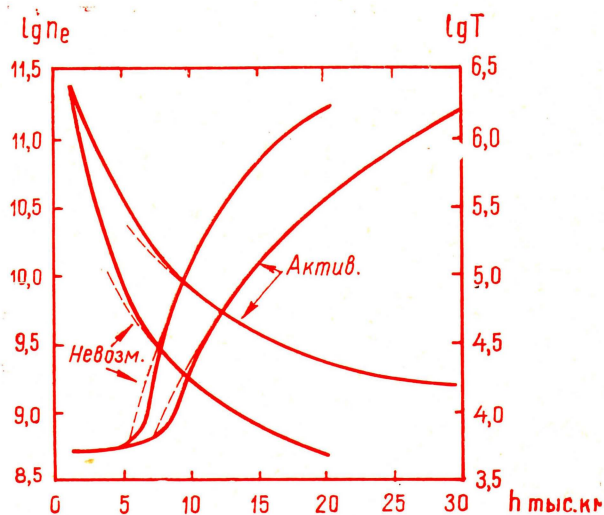
МОДЕЛЬ ВЕРХНЕЙ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

«Средняя» модель солнечной атмосферы строилась отдельно для невозмущенных областей солнечной атмосферы и для активных (устойчивых), располагающихся над факелами и существующих несколько месяцев. На рис. 6 представлен ход средних значений электронной концентрации (n_e) и температуры (T) с высотой. В нижней хромосфере в активной и невозмущенной областях температура почти постоянна, примерно 6000° вплоть до высот в 6000 км , затем начинается резкий рост температуры вплоть до 1 млн. градусов (корона).

Модель построена только до областей внутренней короны: на больших высотах, в короне, температура почти постоянна, она слабо падает с увеличением высоты.

Активная область характеризуется более низкой температурой, чем невозмущенная, на одной

Рис. 6. Распределение температуры и электронной концентрации в солнечной атмосфере в активных и невозмущенных областях. полученное из анализа ракетных, радио- и оптических наблюдений. (Г. С. Иванов-Холодный, Г. М. Никольский, Р. А. Гуляев, К. И. Никольская, 1961—1963 гг.)



и той же высоте. Это кажется парадоксальным и, наоборот, то, что активная область в несколько раз плотнее невозмущенной, представляется естественным. Однако недоумение исчезает, если принять во внимание, что при одном и том же значении плотности температура активной области будет выше, чем невозмущенной, т. е. запас тепловой энергии в единице объема, пропорциональный n_e и T , больше в активной области. Упрощенно активную область можно рассматривать как «выдвинутый» вверх участок невозмущенной части солнечной атмосферы. Объяснение различия плотностей на всех высотах в активной и невозмущенной областях следует из теории, развитой в 1961 г. профессором С. Б. Пикельнером.

Поступающая из подфотосферных слоев («конвективной зоны») энергия (в виде волн сжатия) разогревает и «поддерживает» солнечную атмосферу, не давая ей «сжаться» под действием давления, что неизбежно наступило бы при охлаждении. Магнитное поле активных областей препятствует рассеиванию энергии и она легче «транспортируется» вверх, «поддерживая» вещество. В результате концентрация частиц в активной области падает не так быстро, как это происходит в невозмущенных областях. На некоторой высоте плотность в активной области уже значительно больше, чем в невозмущенной, и еще выше избыток будет сохраняться, даже если ход плотностей станет одинаковым в той и другой областях.

Переходная область между хромосферой и короной, определяющая практически всю энергию излучения в коротковолновой области спектра, является интересной и аномальной во многих отношениях. К сожалению, в видимой области спектра переходная область не наблюдается, и поэтому ракетные и радионаблюдения оказываются пока единственными источниками информации. Однако есть основания надеяться, что применение крупных коронографов, которым доступны слабые эмиссионные линии вне полных затмений Солнца, позволит изучить переходную область в обычных условиях.

Заканчивая эту статью, следует отметить, что автор не ставил перед собой задачу обстоятельно рассмотреть все важнейшие проблемы, возникшие перед исследователями коротковолнового излучения. Темой отдельной статьи могла бы стать, например, проблема механизма рентгеновского излучения в области 10—20 Å.

Интересно также обсуждение вопроса о получении коротковолновых спектров с высоким спектральным и пространственным разрешением. Измерение ширины ряда коротковолновых линий, а также изучение детального распределения интенсивности их по солнечному диску сразу дало бы возможность ответить на ряд важных вопросов. Надо думать, что в ближайшем будущем продвинется вперед исследование сложных наблюдательных проблем коротковолнового излучения Солнца.



ФОТОГРАФИИ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

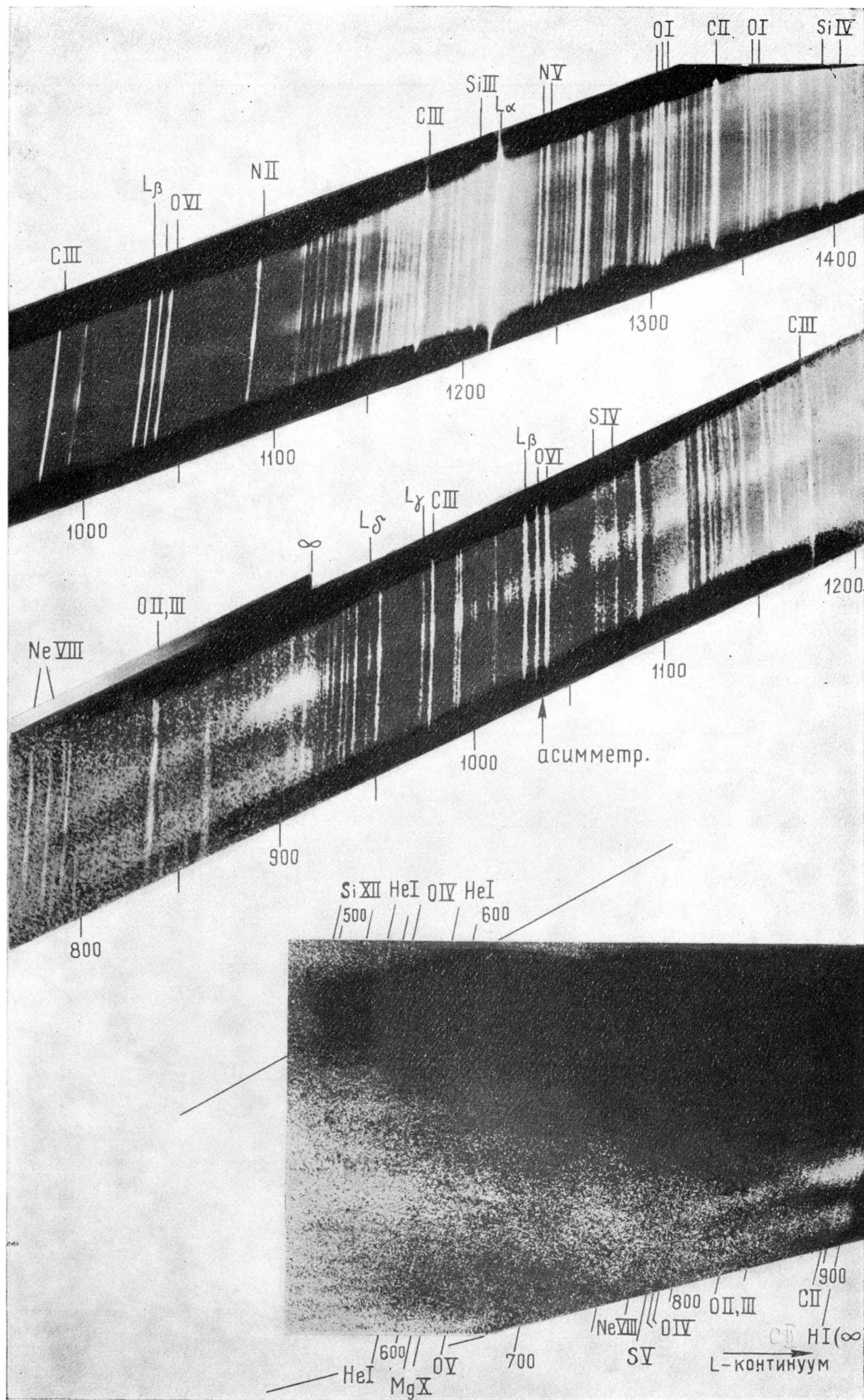
Д-р Е. Ней и д-р У. Хач из отделения физики и астрономии Университета штата Миннесота завершили обработку фотографий, сделанных американскими астронавтами ночью во время космических полетов «Джемини-5» и «МА-9». Они сделали вывод, подтверждающий существование вокруг Земли слоя светящейся атмосферы, на-

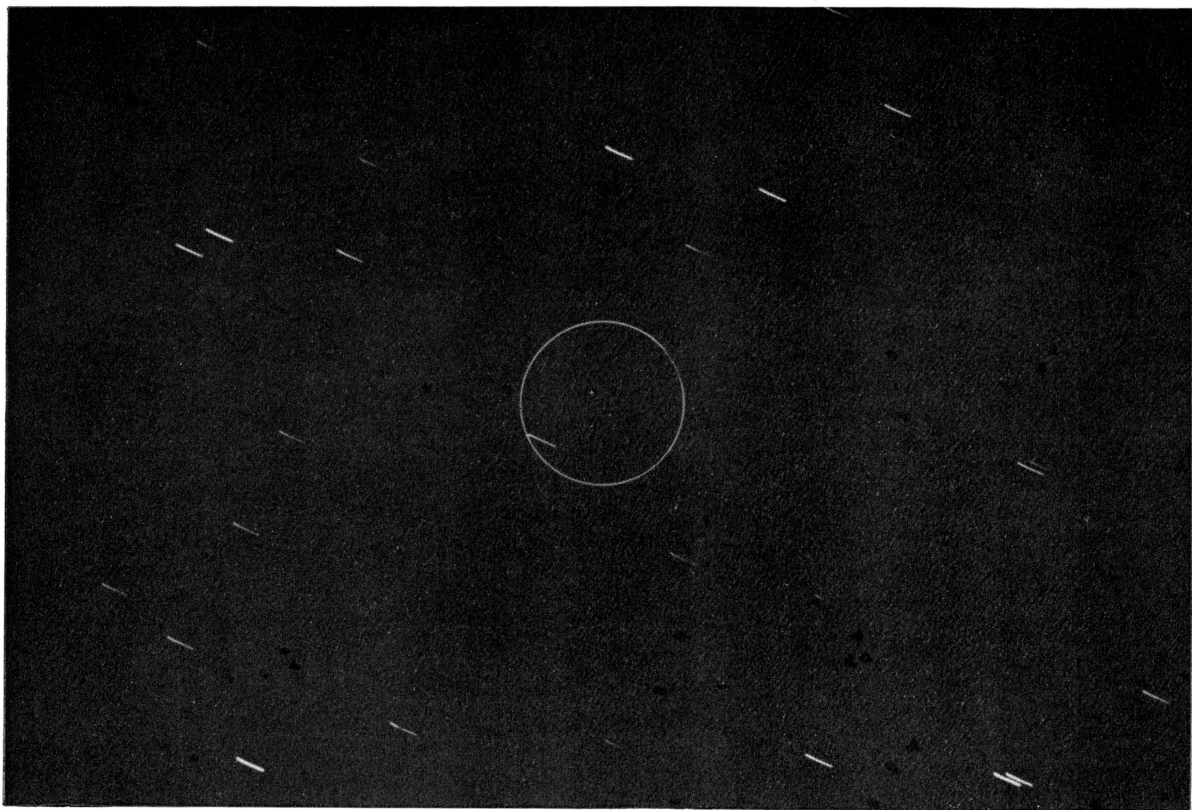
чинающегося на высоте около 90 км и имеющего толщину около 20 км. Фотографии, выполненные в момент, когда Луна еще не взошла и поверхность Земли не была освещена, ясно свидетельствуют в пользу существования такого слоя, имеющего резкую верхнюю и довольно диффузную нижнюю границу. На них видны также удаленные

молниевые разряды за горизонтом.

На фотографиях также зафиксированы Зодикальный свет и противосияние — слабая эллиптическая светящаяся туманность в стороне, противоположной Солнцу. До сих пор полагали, что противосияние может быть результатом существования кометообразного пылевого хвоста Земли. Однако Ней и Хач сообщают, что на изученных ими фотографиях отсутствует смещение на запад, которого следовало бы ожидать при таком его происхождении. Статья об этих экспериментах помещена в журнале «Science» (15, 1965, 60).

Спектр Солнца в интервале длин волн 500—1400 Å получен со спектрографом нормального падения лучей в 1960 г. сотрудниками Морской исследовательской лаборатории (США). В области спектра с длинами волн короче 800 Å имеется большое количество рассеянного света







ПЕРЕСЕЛЕНИЯ ЖИВЫХ СУЩЕСТВ ИЗ ОДНОЙ ГАЛАКТИКИ В ДРУГУЮ

В последнее время чаще, чем прежде, говорят о возможности переселения человечества на планету другой звезды. Имеется в виду, что это может произойти, когда энергоотдача нашего Солнца станет слишком низкой. Дискуссии о полетах к другим звездам (и обратно!) опираются на современные успехи космонавтики и парадоксы теории относительности. Я не разделяю мнения оптимистов: слишком далеки пригодные для хорошей жизни планеты других солнечных систем. Да и самая идея переселения человечества ничего принципиально не решает, так как запасы энергии любой звезды и в нашей и в соседних галактиках все равно ограничены.

Однако я хочу указать на вероятно происходящие переселения живых существ из одной галактики в другую... и при этом без всяких усилий с их стороны...

В процессе изучения звездных движений было выяснено, что в нашей Галактике отдельные звезды имеют гиперболические скорости, достигающие нескольких сотен километров в секунду. Это смутило астрономов, так как такие звезды не могут обращаться вокруг центра Галактики. Притяжение Галактики не может их удерживать, эти звезды должны из нее улететь. Впрочем

не ясно и то, как они приобрели такую скорость.

Более десяти лет назад я предложил следующее возможное объяснение. На периферии галактик, в особенности карликовых, даже умеренные возмущения способны так увеличивать скорость звезды, что звезда отрывается от системы и, странствуя, может влететь в другую галактику. Она будет сохранять впридачу к своей скорости относительно своей галактики скорость этой галактики в целом (а ведь относительные скорости галактик составляют сотни километров в секунду!). В результате звезда может влететь в другую галактику со скоростью, являющейся для последней гиперболической. Увеличению скорости звезды будет способствовать притяжение галактики, в которую она влетела.

Когда в 1957 г. были открыты взаимодействующие галактики с сильным возмущением форм (и движений в них!) и имеющие общую оболочку, я писал, что в них возможен частичный обмен веществом, т. е. звездами. Теперь, с опозданием на 10 лет, к этой мысли пришли и американские астрономы супруги Бербиджи, изучавшие распределение яркости в двух взаимодействующих эллиптических галактиках, проникающих друг в друга. В

тесных парах взаимодействующих галактик особенно много звезд может попасть из одной галактики в другую. Среди звезд могут оказаться и такие, которые обладают планетами. В свою очередь, на некоторых из этих планет могут существовать те или иные формы жизни...

Взаимодействующие галактики иногда проникают друг в друга. Звезды одной галактики могут быть удалены от звезд другой на расстояния, скажем, 1000 парсек. При относительной скорости 1000 км/сек «путешествие» на такое расстояние займет около 10^7 лет, т. е. в сто раз меньше возраста жизни на Земле. Даже при менее благоприятных условиях подневольное переселение обитаемой планеты в другую галактику вполне возможно. Однако, если не иметь в виду интенсивность космических лучей, то такое «переселение» ничего не изменит в условиях на данной планете, ибо она будет по-прежнему обращаться вокруг все той же своей звезды — своего Солнца.

Тем не менее возможность, скорее вероятность, таких случаев весьма любопытна и до сих пор не приходила в голову даже фантастам...

Б. А. Воронцов-Вельяминов,
профессор

Участок звездного неба (созвездие Льва, диаметр поля $1,5 \times 2$ градуса), на котором 31 марта 1966 г. удалось запечатлеть в полете автоматическую станцию «Луна-10». Станция находилась на расстоянии свыше 70 тыс. километров от поверхности Земли. Негатив получен кандидатом физико-математических наук И. Ф. Алания в прямом фокусе 70-сантиметрового менискового телескопа Абастуманской астрофизической обсерватории Академии наук Грузинской ССР (экспозиция 2 минуты). Самые слабые черточки — растяннутые изображения звезд около 13-й звездной величины. В кружке точечные изображения: космическая ракета-носитель (более яркая точка) и автоматическая станция (более слабая)

(Вверх на вклейке — фото к стр. 27).

МОГУТ ЛИ КОМЕТЫ СОСТОЯТЬ ИЗ АНТИМАТЕРИИ?

В. Г. ФЕСЕНКОВ,
академик

В последнее время вновь неоднократно поднимался вопрос о природе Тунгусского падения. По всем имеющимся данным 30 июня 1908 г. произошла встреча с Землей небольшой кометы. Однако в ряде работ обсуждалась иная точка зрения, согласно которой взрыв произошел в результате проникновения антиматерии в земную атмосферу. Подобное предположение было высказано впервые еще Ла Пасом в 1948 г. [1], а затем обсуждалось на коллоквиуме по межпланетной материи Британского астрономического общества по докладу профессора Г. Бонди [2]. В 1954 г. Б. Ю. Левин, соглашаясь с кометной природой Тунгусского тела, привел ряд доводов против его антивещественной природы [3]. В несколько иной форме дискуссия продолжается и сейчас [4]. Недавно академиком Б. П. Константиновым и др. [5] было высказано мнение, что метеорные потоки, связанные с кометами, а следовательно, и сами кометы, возможно, состоят из антивещества. Поэтому представляется уместным на основе известного фактического материала рассмотреть принципиальный вопрос о природе комет. Видимо, целесообразно начать все-таки с Тунгусского падения.

ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ТУНГУССКОМ ПАДЕНИИ

Можно считать установленным, что значительная доля массы Тунгусского тела, опделенная примерно в миллион тонн, распространилась по всему северному полуша-

рию и в течение двух месяцев вызывала значительное понижение солнечной радиации.

Хотя взрыв произошел на значительной высоте (около 10 км), множество мелких оплавленных частиц — силикатных и магнетитовых — выпало на почву. Среди них некоторый процент составляли двойные частицы — силикатные с насаженными на них магнетитовыми. Это характерно только для эпицентра падения.

Энергия взрыва, оцениваемая примерно 10^{23} эрг, составляет всего около 1% общего запаса кинетической энергии Тунгусского тела при встрече его с Землей. Расчеты показали, что вследствие незначительной плотности Тунгусского тела и его дробления в конце траектории, вызвавшего резкое торможение, взрыв на высоте 10 км должен был произойти при скорости встречи с Землей в пределах 30—40 км/сек.

Одновременно с Тунгусским телом в земную атмосферу влетело обширное облако мельчайших пылевых частиц, ориентированное в противоположную от Солнца сторону и обусловившее аномально большую яркость ночного неба.

Согласно заключению В. И. Баранова и Ф. И. Павлоцкой, а также ряда других исследователей, никакого повышения радиоактивности в месте падения Тунгусского тела не было.

Комета Мркоса (1957d) ►



Все эти факты подтверждают, что Тунгусское тело представляло, по-видимому, не большую комету и не могло иметь никакого отношения к антиматерии.

МЕТЕОРНОЕ ВЕЩЕСТВО В МЕЖПЛАНЕТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Известно, что межпланетное пространство заполнено мелкой космической пылью, представляющей примерно на 95% продукт распада периодических и непериодических комет и в ничтожной степени — продукт распада астероидов. Рассеивая солнечный свет, межпланетное вещество простирается до самой солнечной короны. Оно обуславливает явление Зодиакального света.

Через межпланетную среду проносятся корпускулярные потоки, вырывающиеся из Солнца особенно в периоды его большой активности. Между тем, никаких изменений или колебаний яркости Зодиакального света в целом или в отдельных его точках, связанных с солнечной активностью, нами никогда не наблюдалось. Если бы вещество Зодиакального света, образовавшееся и непрерывно дополняемое в результате распада комет, состояло из антиматерии, то при взаимодействии с обычным веществом солнечных корпускул выделялось бы в процессе аннигиляции заметное количество энергии. Примерно 10% этой энергии приходилось бы на быстрые электроны и позитроны, которые в этом случае могли бы значительно рассеивать солнечный свет в видимой области спектра. Остальные 90% оказались бы гамма-излучением и нейтрино. Однако никаких подобных явлений в действительности не наблюдается.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ И ПРОНИКНОВЕНИЕ МЕТЕОРНОГО ВЕЩЕСТВА В ЗЕМНУЮ АТМОСФЕРУ

Метеорные потоки, возникающие при разрушении и делении комет, отличаются различной степенью уплотнения — от очень компактных роев, до весьма рассеянных, распределенных равномерно вдоль своей орбиты. Нет никаких оснований считать, что между метеорами, принадлежащими к отдельным потокам, и спорадическими метеорами имеется какое-либо принципиальное различие. Все они — продукт распада ко-

мет, все они составляют общую межпланетную среду, дающую явление Зодиакального света.

Очень мелкие метеорные частицы — микрометеориты, поступая в земную атмосферу, задерживаются в ее наиболее высоких слоях без заметного нагревания и медленно оседают на Землю. Обычные метеоры — падающие звезды — наблюдаются на высоте 80—120 км (в зависимости от орбитальной скорости частиц по отношению к Земле). Более массивные метеорные тела, с которыми связано появление болидов, опускаются значительно ниже, где они задерживаются и распыляются. Метеориты, являющиеся продуктами распада астероидов, не выпадают даже при самых обильных потоках.

По степени торможения метеоров можно судить о плотности отдельных частиц, которая оказывается разной — у Драконида несколько меньше единицы, у Геминид более значительная — до 4—5. Температура нагрева метеоров перед их исчезновением сравнительно невелика, поэтому они независимо от скорости, будут ли это сравнительно быстрые Леониды или более медленные Биэлиды, представляются красноватыми. Эмиссионные линии метеоров — кальция, натрия, магния, железа, кремния и др. элементов, характеризующие их состав, представлены главным образом в их газобразных следах.

Метеорное вещество, задерживаясь в атмосфере, может непосредственно собираться с помощью ракет, обнаруживаться в нижних слоях атмосферы, в снегу и даже в осадочных отложениях на дне океана [6]. Установленная корреляция между отдельными интенсивными метеорными потоками и выпадением осадков, по Э. Боуэну, имеет место спустя примерно месяц после появления потока. Это явление подлежит дальнейшему уточнению и проверке.

Имеются также данные, указывающие на то, что через некоторое время после действия потока наблюдается незначительное искажение сумеречных кривых при глубоком погружении Солнца, свидетельствующее о повышении содержания аэрозолей в верхней атмосфере. Интересно также отметить, что после действия потока Персеид в атмосфере увеличивается содержание неправильных пористых частиц явно космического происхождения. Эти частицы собира-

лись при помощи высотных самолетов в Канаде. Сообщение об этом сделано С. Мелтоном в Американской Академии наук [7].

ПРИРОДА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ КОМЕТ

Физическая природа комет определяется свойствами их ядер. Из ядер непрерывно выделяется вещество, из которого образуется голова и хвост кометы. Сильное действие на кометы оказывают солнечные корпускулярные потоки, вызывая иногда огромные ускорения в конденсации материи, выбрасываемых из ядра. Показательной в этом отношении была комета Морхауза 1908с, конденсации которой в хвосте разгонялись с огромными скоростями под действием солнечных корпускул. Тем не менее спектры комет не показывают при этом каких-либо значительных изменений. Кометная голова характеризуется, главным образом, соединениями CH , а в хвостах комет начинают преобладать молекулярные соединения типа CO^+ .

Можно далее указать, что кометы не проявляют заметного радиоизлучения, а для излучения их ядер характерна незначительная поляризация, вызываемая не столько свободными электронами, сколько твердыми частицами размером порядка долей микрона [8]. Неоднократно наблюдаются разделения ядер с образованием отдельных независимых комет со всеми их особенностями. В 1957 г. подобное явление наблюдалось в случае кометы Виртанена. Части ядра расходились с весьма малой скоростью не свыше десятка метров в секунду, что позволило определить верхний предел его массы. 5—6 ноября 1965 г. можно было наблюдать разделение на несколько частей ядра кометы Икейа—Секи, после ее тесного сближения с Солнцем.

Несмотря на то что кометы явно подвержены действию солнечного излучения, когда они находятся во внутренних областях солнечной системы, потеря ими массы происходит крайне медленно и постепенно. Так, например, комета Галлея, с периодом обращения около 75 лет, наблюдается еще со времен Юлия Цезаря, хотя абсолютная яркость ее за время около 2000 лет уже значительно уменьшилась. Комета Энке, с периодом обращения 3,3 года и орбитой, целиком заключенной внутри орбиты Юпитера, за последние сто лет уменьшила свою яркость лишь в 2,5 раза.

Комета не испытывает никаких изменений на больших расстояниях от Солнца, где углеводородные соединения, из которых, судя по спектру, в значительной мере состоит голова, а, следовательно, и ядро кометы, находятся в твердом состоянии в виде замерзших льдов. Таким образом, можно считать, что в отдаленных областях солнечной системы кометы фактически не изменяются неопределенно долгое время.

Происхождение комет непосредственно связано с распределением их в пространстве. В работах Э. Стремгрена, Тразна, Веркома и других доказано, что все известные нам кометы принадлежат к обширному солнечному рою и изредка проникают во внутренние области солнечной системы, двигаясь по вытянутым эллиптическим орбитам. Слабая гиперболичность орбит некоторых комет обусловлена планетными возмущениями. Эти кометы также проникали во внутренние области солнечной системы по обычным эллиптическим орбитам. Однако под действием возмущений со стороны ближайших звезд некоторые кометы могут уменьшать кинетическую энергию движения и вследствие этого направляться в центральные части солнечной системы, где они могут частично образовывать так называемые периодические кометы. Другие же кометы, наоборот, увеличивают свою энергию под действием тех же звездных возмущений и уходят в межзвездное пространство по слегка гиперболическим по отношению к Солнцу орбитам. Не исключено, что такие кометы приближаются к посторонним звездам. К Солнцу также могли приближаться кометы и от других кометных роев, окружающих, быть может, какие-то другие звезды, хотя вероятность этого совершенно ничтожна.

Однако подобные кометы должны, очевидно, проникать в солнечную систему по резко выраженным гиперболам, чего еще никогда не наблюдалось.

Таким образом, все известные кометы принадлежат к обширному рою, окружающему на больших расстояниях наше Солнце, и потому должны были возникнуть вместе с Солнцем в едином процессе эволюции межзвездного газово-пылевого облака.

ВОЗМОЖНОСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ АНТИМАТЕРИИ В ГАЛАКТИКЕ

Антиматерия в Галактике может проявлять свое существование путем выделения

энергии в результате аннигиляции при столкновении с обычной материей. Возможность обнаружения этого рассматривалась разными авторами [9—11]. По оценке Бэрбиджа и Хойла получается, что если вся энергия молекулярного и турбулентного движений межзвездной среды (примерно 10^{-11} эрг/см³) определяется аннигиляцией, то отношение антиматерии к материи должно быть меньше одной десятиллионной. Это еще ничем не обоснованный верхний предел. Отсюда эти авторы делают заключение, что существование звезд из антивещества крайне невероятно, фактически невозможно.

Аннигиляция материи должна сопровождаться также радиоизлучением. Наблюдения, однако, показывают, что в пределах нашей Галактики подобное радиоизлучение не выделяется из отдельных уплотненных межзвездных облаков, а только из туманностей вроде Крабовидной, волокнистых туманностей в созвездии Лебедя и др., являющихся остатками вспышек сверхновых звезд, в которых причина выделения мощной радиации явно другая.

Можно также указать, что наблюдается тесное взаимодействие между различными частями нашей галактической системы, существующей уже около 10—15 млрд. лет. Это взаимодействие проявляется, в частности, в постепенном обогащении более тяжелыми элементами межзвездной среды, из

которой непрерывно возникают звезды. Таким образом оказалось, что наше Солнце, возраст которого всего лишь около 5 млрд. лет, богаче тяжелыми элементами, чем звезды более ранних поколений. Все эти факты делают крайне невероятным существование в Галактике антивещества в виде рассеянной материи или отдельных звезд.

Итак, на основании имеющихся данных всего естественнее считать, что антиматерия возникает лишь в виде отдельных элементарных частиц при интенсивных энергетических облучениях обычного вещества, но не может сохраняться в космосе в более или менее значительных массах.

ЛИТЕРАТУРА

1. La Paz, «Popular Astronomy», **56**, 1948, 330.
2. H. Bondi, «Observatory», **73**, 906, 1958, 197.
3. Б. Ю. Левин, «Метеоритика», вып. 11, 1954, 136.
4. C. Cowan, V. Libby etc., «Nature», **206**, 1965, 861.
5. Б. П. Константинов, М. М. Бредов, А. Н. Беляевский, И. А. Соколов, «Космические исследования», **IV**, вып. 1, 1966, 66.
6. «Proceeding of the Symposium on the Astronomy and Physics of Meteors», 1961, 93.
7. C. Melton, «Annales N. J. Academy Sciences», **1**, 1964, 116.
8. M. Martel, «Annales d'Astrophysique», **28**, 3, 1960.
9. V. Ragueanskiy, «Astrophysical Journal», **91**, 2, 1940.
10. Fr. Hoyle, D. Burbidge, «Nuovo Cimento», **4**, 3, 1956.
11. Fr. Hoyle, D. Burbidge, «Scientific American», April, 1958.



ТРЕТИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ МЕТЕОРИТНЫЙ КРАТЕР

Известный исследователь метеоритных кратеров Роберт Дитц сообщил, что в 1965 г. обнаружен ранее неизвестный древний метеоритный кратер Ротер Камм в Юго-Западной Африке. Его координаты 27° 46' южной широты и 16° 18' восточной долготы. Он расположен в пустыне, в 95 км от устья реки Оранжевая и в 55 км от океанского побережья в пределах так называемого Первого алмазного района на территории, оккупированной Южно-Африканской Республикой.

Кратер образован в архейских гнейсах. Наибольшая глубина его относительно окружающей равнины — 30 м. Однако он заполнен слоями пустынного песка, толщина которых неизвестна. Поперечник кольцевого вала, сложенного обломками гнейса, около 2,4 км. Почти точно круглый вал возвышается на 90 м над окружающей местностью. Под именем «Красный кряж» он был давно известен европейским колонистам.

В районе Ротер Камм нет никаких проявлений вулканизма, с



которым можно было бы связать возникновение кратера. Ближайший вулкан Бруккарос, так же как и известные кимберлитовые трубки, находится в 240 км к северо-западу.

В кратере не обнаружено ни магнитной, ни гравитационной аномалий. Стабильная геологическая обстановка говорит против возможности тектонического происхождения кратера.

Кратер Ротер Камм — третий по величине из «молодых» четвертичных и плиоценовых (возраст от 1 до 10 млн. лет) метеоритных кратеров. Самый крупный кратер — Ашанти находится в Гане. Он занят сейчас озером Босумтви. Диаметр этого кратера 9,8 км, глубина от дна до гребня вала 350 м. Вторым считается кратер Чабб на полуострове Унгава в Канаде; диа-

метр 3,4 км, глубина 390 м. Четвертое место занимает кратер Лонар в Индии его поперечник 1,8 км, а глубина 120 м.

С ударами гигантских метеоритов связывают и еще более грандиозные кратероподобные структуры размерами в десятки километров, но их возраст восходит к докембрию (более 500 млн. лет), а происхождение весьма проблематично.

«Meteoritics», 2, 4, 1965.

ПОКРЫТИЯ «ЦАРАПАЮЩИХ» ЗВЕЗД

При своем движении вокруг Земли Луна может закрывать некоторые звезды своим северным или южным краем. При этом из-за наличия неровностей лунного края — гор и впадин — покрываемая звезда может скрываться и появляться в поле зрения наблюдателя несколько раз. Такие звезды как бы «царапают» лунный край.

Покрытие одной из таких «царапающих» звезд — ZC 2709 — наблюдали 29 августа 1963 г. американские любители астрономии Роберт Чью и Дэвид Дэнхем (рис. 1). Первый из них находился на 4,2 км южнее теоретической южной границы покрытия и наблюдал в 2,4-дюймовый рефрактор. Второй наблюдатель был на 3,4 км южнее границы и был вооружен 6-дюймовым рефлектором.

Покрытие другой «царапающей» звезды — ZC 398 — наблюдали 19 февраля 1964 г. с 10 станций в Калифорнии, расположенных вдоль меридиана на длине 4 км, поперек южной границы покрытия. Эти наблюдения, обработанные Томасом Ван Фландерном, представлены на рис. 2. Ряды точек изображают вычисленные положения звезды относительно лунного края для станций A, B, ... L. Там, где звезда была видна, точки соединены линиями. Тут же нанесен лунный профиль по Уаттсу (вертикальный масштаб в 15 раз больше горизонтального). Заметно, что исчезновения и появления звезды наблюдались раньше, чем следовало, согласно Уаттсу.

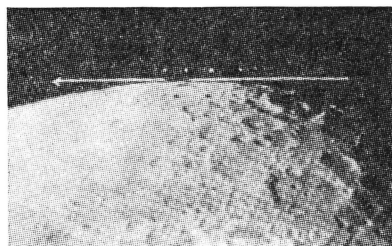


Рис. 1. Фотография южного края Луны 29 августа 1963 г. Путь звезды ZC 2709 для города Сил Бич (Калифорния) изображен стрелкой. Точки указывают последовательно (справа налево) место исчезновения звезды по наблюдениям Дэнхема, место 5-секундного исчезновения ее и места ее нового исчезновения и появления по наблюдениям Чью

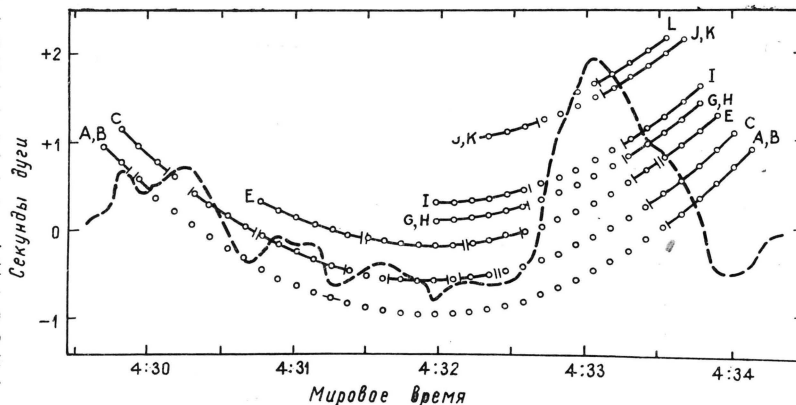
Таким образом, картина краевого рельефа Луны нуждается в некоторых исправлениях.

Наблюдения покрытий Луною звезд, в том числе «царапающих», вполне по силам советским любителям астрономии. Желая-

щие проводить эти наблюдения могут получить необходимые инструкции через ВАГО или редакцию журнала.

«Sky and Telescope», 29, 6, 1965.

Рис. 2. Схема покрытия звезды ZC 398 19 февраля 1964 г. по наблюдениям 10 станций в Калифорнии. По вертикали отложены разности радиуса-вектора звезды и среднего радиуса Луны (в секундах дуги), по горизонтали — мировое время. Лунный рельеф — по С. Уаттсу, траектория звезды — по Т. Ван Фландерну



РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ИЗ МЕЖЗВЕЗДНОГО ПРОСТРАНСТВА

А. В. ЗАСОВ

Радиоволны... Мы привыкли к тому, что они несут нам речь, музыку, изображение, рожденные трудом людей. Но сейчас разговор пойдет не об искусственных радиосигналах. В природе немало и естественных источников радиоизлучения. Например, грозные разряды вместе со светом посылают во все стороны потоки радиоволн. Их голоса нередко слышны в работающем радиоприемнике.

Но самые мощные природные «радиостанции» находятся очень далеко от Земли, и бесполезно искать их с помощью обычного радиоприемника. Сигналы их очень слабы и требуют для своего обнаружения мощных усилителей и антенн особых конструкций. Изучением внеземных радиоисточников занимается отрасль науки, возникшая на стыке радиотехники, радиофизики и астрономии. Это — радио-

астрономия, успехи которой очень быстро превосходили все ожидания. А началось все так...

В 1929 г. американский инженер Карл Янский начал большую работу по выяснению причин шумов, мешающих проведению дальней радиосвязи на коротких волнах. Сконструированная им антенна позволяла приблизительно определить направление, из которого приходили радиосигналы. Случайно было замечено, что принимаемые неподвижной антенной помехи резко усиливались один раз в сутки, а точнее каждые 23 часа 56 минут. А этот промежуток времени равен периоду обращения Земли вокруг оси. Следовательно, источник радиоволн находился где-то среди звезд, и лишь один раз за каждый оборот Земли направление на него совпадало с направлением, по которому была нацелена антенна.

Так был открыт самый первый внеземной источник радиоизлучения. Его координаты совпали с координатами центральной части нашей гигантской звездной системы — Галактики.

С тех пор прошло немало лет. Во много раз возросла техническая оснащенность радиотелескопов. И оказалось, что нет такой точки на небе, от которой не приходили бы к нам радиоволны!

Радиоволны — это такие же электромагнитные колебания, как и видимый нами свет, только со значительно большей длиной волны. Длина волн воспринимаемого глазом света составляет несколько десятитысячных долей миллиметра, а длина даже ультракоротких радиоволн измеряется сантиметрами и метрами. Из всех электромагнитных волн лишь ультракороткие радиоволны да видимый свет пропускает наша атмосфера (рис. 1).

До недавнего времени всю информацию о Вселенной доставляли нам только световые лучи. Мы давно свыклись с картиной звездного неба, с видом Солнца, Луны, планет. И мало кто представляет себе, как изменится вид Вселенной, если мы получим возможность наблюдать все объекты в радиолучах.

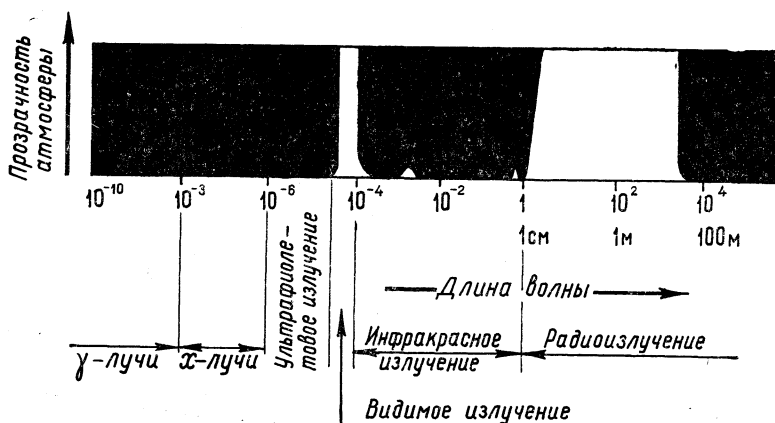


Рис. 1. Атмосфера хорошо пропускает лишь видимый свет (узкая полоса на схеме) и ультракоротковолновое радиоизлучение (широкая полоса)

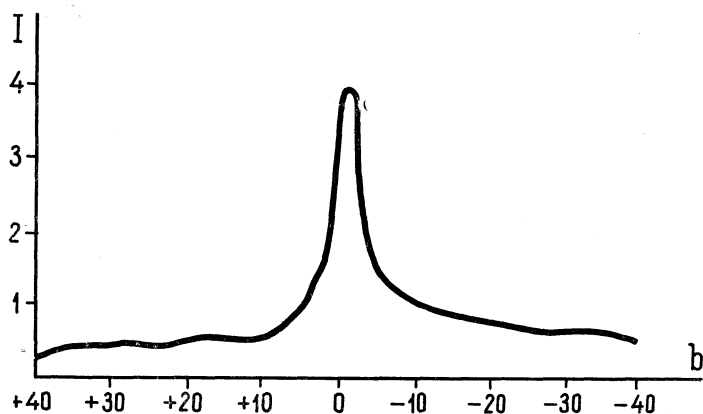


Рис. 2. Концентрация непрерывного излучения к плоскости Галактики по наблюдениям на кристаллическом радиотелескопе Миллса на длине волны 3,5 м. По горизонтальной оси отложена галактическая широта (угловое расстояние до плоскости Галактики), по вертикальной — интенсивность радиоизлучения в относительных единицах

Предположим, что наши глаза стали чувствительны только к метровым радиоволнам. Что мы увидим на небе? Солнце не ослепит нас своей яркостью, а будет довольно тусклым диском с неровными краями, к тому же часто меняющим свой блеск. По всему небосводу будет разбросано множество светящихся точек — «радиозвезд», но тщетно было бы пытаться найти очертания знакомых нам созвездий. Все обычные звезды в радиолучах оказались бы невидимы. Планеты покажутся слабыми звездами, светящимися не отраженным светом Солнца, как мы привыкли, а своим собственным. Небо будет казаться безоблачным, даже когда затянуто облаками, — ведь облака прозрачны для радиоволн. Еще одна особенность неба бросилась бы нам в глаза: оно все слабо светится, причем свечение его усиливается к Млечному Пути. Сам Млечный Путь выглядит непривычно ярким поясом, посередине которого проходит неровная полоса, кое-где распадаясь на отдельные маленькие облачка.

Каким же образом в естественных условиях образуются радиоволны?

Самый распространенный механизм радиоизлучения — теп-

ловой. Известно, что любое тело излучает радиоволны всех длин. Излучение бывает тем интенсивнее, чем сильнее нагрето тело. Слабые потоки радиоволн испускает и поверхность Земли, и снега, и тела животных — все земные предметы.

Радиоизлучение планет и Солнца — это в основном тоже тепловое излучение. Чувствительность современных радиотелескопов столь высока, что они принимают радиоизлучение даже от таких холодных и далеких планет, как Уран и Нептун.

Обычные звезды, как и Солнце, также испускают радиоволны, ведь их атмосферы нагреты до сотен тысяч градусов. Но расстояния до звезд столь огромны, что радиоизлучение их, за редким исключением, не может быть обнаружено современными средствами. Лишь недавно найдено несколько интенсивно радиоизлучающих звезд.

Уже давно известно, что пространство между звездами не абсолютно пустое. Оно заполнено облаками очень разреженного газа, преимущественно водорода. Масса газа, выдыхаемая человеком только за один раз, распределена здесь в объеме около 0,5 млрд. км³. Облака такого газа имеют диаметры, из-

меряемые десятками и сотнями световых лет. Фотография одного из подобных облаков приведена на последней странице обложки. Это облако кажется светлым лишь потому, что в нем имеются яркие звезды, заставляющие светиться газ. Если бы эти звезды исчезли, облако остыло и стало бы совершенно невидимым. Очень горячие звезды, попадая внутрь облака, легко нагревают разреженный газ до большой температуры. Ультрафиолетовое излучение звезд разрушает атомы газа, отрывая электроны от ядер. Облако холодного газа при этом превращается в облако плазмы. Нагревшись до температуры около 10 000°, газ отдает энергию, продолжая поступать от горячих звезд, в виде волн видимого света и радиоволн. Мощность этих простейших радиостанций такова, что радиоизлучение облаков нагретого газа можно принимать с расстояний в несколько тысяч световых лет.

Горячие звезды и газовые облака образуют в нашей Галактике очень сплюснутую систему. Плоскость этой системы приблизительно совпадает с плоскостью Млечного Пути, и около нее изображения облаков сливаются в сплошную полосу.

А как возникает непрерывное радиосвечение всего неба? Наблюдения показывают, что оно имеет нетепловую природу. Энергия излучения монотонно возрастает с ростом длины волны. Это непрерывное излучение

тоже концентрируется к плоскости Галактики, но не так сильно, как тепловое. Значительное увеличение радиоизлучения наблюдается и по направлению к центру Галактики (рис. 2).

Трудами ученых ряда стран, и в том числе советских ученых, был открыт механизм нетеплового радиоизлучения. Радиосвечение всего неба не может быть образовано ни звездами, ни горячим газом, иначе отсутствовало бы наблюдаемое распределение энергии по длинам волн. Что же еще, кроме горячих звезд и облаков газа концентрируется к плоскости Галактики? Магнитные поля. Галактические магнитные поля много слабее полей, окружающих звезды и планеты. Даже в плоскости Галактики магнитное поле примерно в 100 000 раз слабее земного, но оно занимает колоссальные размеры, и поэтому заключает в себе очень большую энергию. На движение звезд и планет магнитное поле не оказывает непосредственно никакого влияния. Иное дело — заряженные частицы, например протоны и электроны. Движущиеся заряженные частицы тормозятся в магнитных полях, теряя свою кинетическую энергию за счет излучения электромагнитных волн (рис. 3).

В Галактике движется неисчислимое количество быстрых заряженных частиц. Эти космические «лучи» летят со скоростью, близкой к скорости света. Иногда встречаются такие энергичные частицы, которые могут отстать от света лишь на несколько сантиметров в год! Космические лучи состоят в основном из ядер атомов водорода — протонов, но встречаются и ядра других элементов. Электроны, конечно, также входят в состав космических лучей, но их трудно обнаружить непосредственно. Дело в том, что они

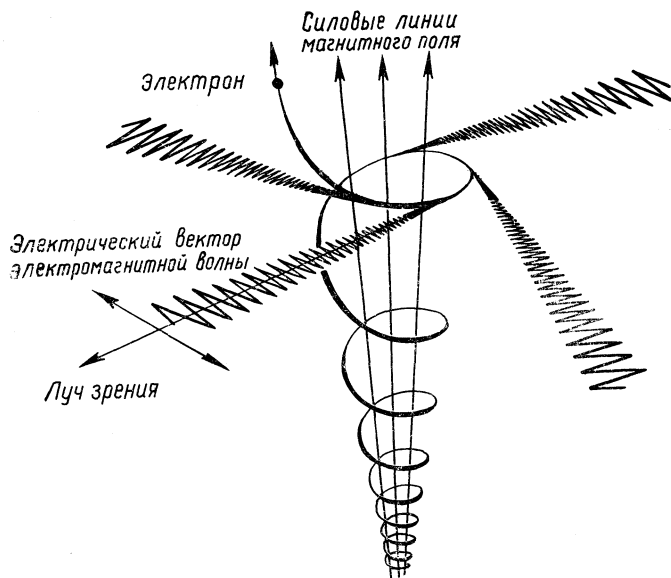


Рис. 3. Механизм возникновения синхротронного радиоизлучения. Каждый электрон, двигаясь по спирали вдоль силовых линий магнитного поля, постепенно тормозится, непрерывно генерируя поляризованное радиоизлучение

сильно тормозятся в магнитных полях, а магнитное поле Земли и межпланетного пространства затрудняет приближение к нашей планете малоэнергичных заряженных частиц. Однако способность электронов быстро терять энергию открывает нам иной способ их обнаружения: по электромагнитным волнам (обычно — радиоволнам), которые они излучают при торможении.

Радиоизлучение быстро движущихся электронов, тормозящихся в магнитном поле, называют магнитотормозным, или синхротронным, потому что впервые оно наблюдалось в ускорителе электронов — синхротроне, где сильное магнитное поле заставляет электроны двигаться по окружностям. Теоретические расчеты показали, что большая часть радиоизлучения нашей Галактики, да и не только нашей, вызвана синхротронным

излучением быстрых электронов, входящих в состав космических лучей.

Каковы источники космических лучей в Галактике? Обнаружить их не так-то просто: быстрые частицы приходят на Землю равномерно со всех направлений. Это и понятно: за то время, пока они дойдут до нас, магнитное поле успеет полностью запутать и перемешать их пути. Астрофизики все больше склоняются к тому, что значительная часть космических лучей выбрасывается из ядер галактик. Но ощутимая доля их, безусловно, образуется при катастрофических взрывах сверхновых звезд, происходящих в Галактике в среднем раз в 100 лет. Вспышка сверхновой бывает такой сильной, что в момент максимума блеска звезда может соперничать по яркости с миллиардами обычных звезд!

Взрывы сверхновых звезд не

проходят бесследно. Очень долгое время на месте вспыхнувшей звезды можно наблюдать расширяющуюся газовую туманность. Известно около десятка таких туманностей — следов давних грандиозных катастроф. Остатки вспыхнувших сверхновых звезд — самые мощные радиоисточники в пределах Галактики.

Последние вспышки сверхновых звезд нашей Галактики были замечены в 1572 и 1604 годах. На месте взорвавшихся звезд в настоящее время в крупные инструменты наблюдаются группы газовых волокон, с большими скоростями разлетающиеся в разные стороны. Оттуда на Землю поступают мощные потоки радиоволн, хотя до сверхновой 1572 года — около 1200, а до сверхновой 1604 года — более 3000 световых лет.

Возможно, на нашем небе в самом начале восемнадцатого века вспыхнула еще одна сверхновая, которую в то время никто не заметил. В 1948 г. американские радиоастрономы определили точные координаты самого яркого радиоисточника на небе — Кассиопеи А. На фотографии этого участка неба, сделанной самым крупным телескопом, обнаружили туманность, состоящую из волокон очень горячего газа. Вверху на вклейке к стр. 17 видны лишь наиболее яркие волокна. Исследование спектров этих волокон показало, что температура плазмы, из которой они состоят, около $20\,000^\circ$. Но самое интересное, что некоторые из волокон движутся с колоссальной скоростью — более 7000 км/сек. Их движение настолько быстро, что фотографии туманности, сделанные с промежутком в 2—3 года, совсем непохожи одна на другую. По движению волокон можно заключить, что сверхновая, образовавшая туманность, вспыхнула 260—265 лет назад.

Почему же ее никто не наблюдал? Дело в том, что расстояние до этой сверхновой очень велико — около десяти тысяч световых лет. И именно в этом направлении очень сильно поглощение света межзвездной пылью. Расчеты показывают, что в максимуме своего блеска сверхновая должна была выглядеть как звезда 5-й величины, едва различимая невооруженным глазом. Неудивительно, что никто не обратил на нее внимания.

Из туманностей — остатков сверхновых лучше всего изучена Крабовидная туманность в созвездии Тельца. Сверхновая, образовавшая ее, вспыхнула в 1054 г. Сохранились сведения, что появление необычно яркой звезды отметили наблюдатели в Китае, Японии и, вероятно, в Аризоне. Крабовидная туманность отстоит от нас примерно на 3500 световых лет и расширяется со скоростью около 1100 км/сек. Это — очень яркий объект в радиолучах. Внутренняя часть Крабовидной туманности излучает не только радиоволны, но и лучи видимого света, и даже рентгеновские. Это излучение туманности образуется не газом, а быстрыми электронами, летящими в магнитном поле туманности. Это следует хотя бы из того, что и видимый свет, и радиоволны, испускаемые туманностью, поляризованы, т. е. электромагнитные колебания происходят в плоскостях, приблизительно параллельных между собой. Именно так и должно быть, если механизм излучения синхротронный.

Магнитное поле внутри туманности в несколько десятков раз сильнее, чем в межзвездном пространстве, но удивительнее всего — наличие большого числа очень энергичных электронов.

Как известно из теории отно-

сительности, масса всех тел растет по мере того, как их скорость приближается к скорости света. Огромное количество электронов в туманности движется столь быстро, что их масса в несколько сотен тысяч раз превышает массу покоя. Такие электроны должны очень быстро излучать свет и при этом тормозиться. Если бы в туманность периодически не поступали новые порции сверхбыстрых электронов, она давно бы перестала светиться.

Откуда могут появиться эти энергичные электроны? Чтобы понять это, надо знать судьбу вспыхнувшей звезды. Полная масса туманности составляет около одной десятой массы обычной звезды. Из двух слабеньких звездочек, заметных на хороших фотографиях в центре Крабовидной туманности, как оказалось, ни одну нельзя считать бывшей сверхновой. Что произошло со взорвавшейся звездой, пока мало известно. Вероятно она не разлетелась полностью, а частично сохранилась, но стала невидимой. Похоже, что ее невидимый остаток продолжает ускорять и выбрасывать заряженные частицы, работая как хорошо налаженный механизм.

Американский астроном В. Бааде, наблюдая центральную область этой туманности, заметил в ней периодически появляющиеся маленькие светящиеся облачка, летящие с большими скоростями. Вероятно, это и есть излучение только что образовавшихся быстрых электронов. Как возникают в радиоисточниках энергичные электроны — вопрос номер один современной астрофизики.

До сих пор говорилось о радиоисточниках, которые излучают в широком диапазоне длин волн. На какую из возможных радиоволн ни был бы настроен

радиотелескоп, при достаточной чувствительности он воспримет их радиоизлучение. Но есть такие радиоисточники, которые «работают» только на одной или нескольких радиоволнах, и для обнаружения радиосигналов от них необходима вполне определенная настройка приемной аппаратуры.

До недавнего времени единственным обнаруженным радиоисточником такого типа были облака холодного водорода, самого распространенного элемента во Вселенной. Такие облака нельзя ни увидеть, ни сфотографировать. Они излучают радиолинию с длиной волны 21 см.

Атомы водорода, как и атомы других элементов, обладают лишь определенными значениями внутренней энергии. При излучении атомы скачком меняют свою энергию, переходя, как говорят, с одного энергетического уровня на другой. Линия 21 см излучается атомами водорода, когда они переходят на уровень с минимальной энергией с уровня, очень близкого к первому. Подобные переходы происходят очень редко — для каждого атома примерно 1 раз в 11 млн. лет. Но в водородных областях содержится так много атомов,

что от них непрерывным потоком идут радиоволны с длиной 21 см. Точное измерение длины волны излучения водорода на основе принципа Доплера позволяет определить скорость, с которой приближаются или удаляются от нас облака, а зная закон вращения Галактики, по этой скорости можно оценить расстояния до них.

Межзвездный водород в нашей Галактике расположен по преимуществу там же, где и молодые горячие звезды — в спиральных ветвях Галактики. Поэтому исследование радиоизлучения водорода позволило не только выявить в общих чертах структуру нашей звездной системы, но даже заглянуть по другую сторону галактического ядра, что, конечно, немислимо было сделать без применения радиоастрономических методов.

Недавно открыто радиоизлучение на длине волны 18 см молекул гидроксидов ОН. Оказалось, что каждая такая молекула в межзвездном газе приходится на несколько миллионов отдельных атомов водорода, но в области ядра Галактики концентрация молекул ОН по неизвестной причине примерно в 1000 раз больше. Молекулы гид-

роксидов — первое химическое соединение, найденное вне Земли с помощью радиоастрономии.

Радиолинии молекул ОН были обнаружены, как говорят, «в поглощении», т. е. при наблюдении радиоизлучения, которое на пути к нам прошло через облака, содержащие это соединение. Образование радиолиний, таким образом, аналогично образованию фраунгоферовых линий в спектре Солнца. Однако недавно ученые столкнулись с новой загадкой. В некоторых туманностях удалось обнаружить линии не только поглощения, но и излучения гидроксидов. Эти линии оказались необыкновенно яркими и узкими, что говорит о явно нетепловом возбуждении молекул. Пока неизвестно, при каких условиях могут образовываться такие линии. Может быть здесь ученые встретились с принципиально новым механизмом излучения — лазерным механизмом, который сравнительно недавно был открыт и использован при создании квантовых генераторов света.

Много еще малопонятных процессов происходит в межзвездной среде. Но наука не стоит на месте, и можно не сомневаться, что непонятное сегодня станет ясным завтра.

?

В своей книге «Занимательная астрономия» [ОНТИ, М., 1946 г.] Я. И. Перельман приводит следующую любопытную задачу: «Всегда ли градусы широты длиннее градусов долготы»? В ответе на эту задачу автор пишет: «Расчет показывает, что на земном эллипсоиде не только экватор длиннее круга меридиана, но примерно до 5° широты градусы параллелей длиннее градусов меридиана».

Автор не пишет, каким способом решена эта задача, которая относится не только к Земле, но и к любой планете, сплюснутой по направлению оси вращения. Кроме строгого решения по формулам высшей геодезии, с которыми мы знакомим читателей (см. стр. 73), задача может быть решена элементарным способом. Предлагаем это решение найти читателям.

Советская автоматическая станция «Луна-9» совершила мягкую посадку в западной части Океана Бурь. Вблизи этого края лунного диска находятся кратеры: Кавальери, Гевелий, Галилей, Рейнер, Марий.

Вы, конечно, знаете Галилея как великого ученого и борца за научное мировоззрение. А что Вам известно о Гевелии, Марии, Рейнере, Кавальери?

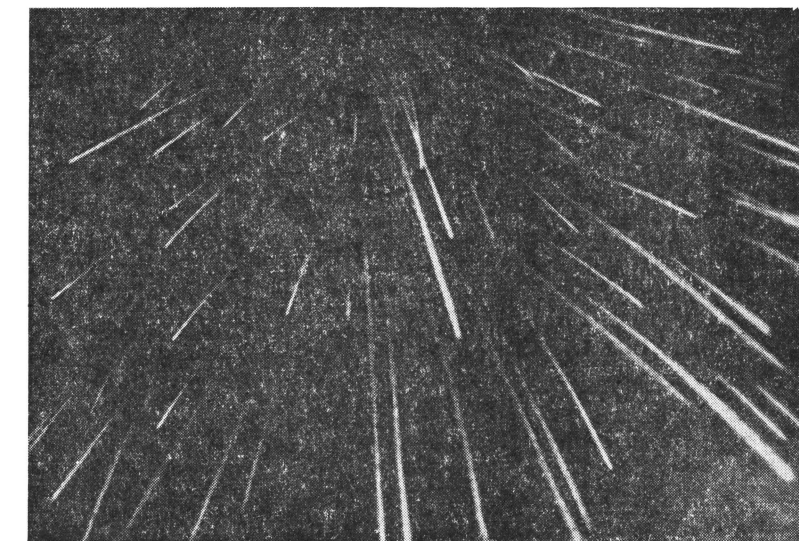
[Ответ на стр. 66]



КОМЕТА, С КОТОРОЙ СВЯЗАНЫ ЛЕОНИДЫ

В прошлом номере нашего журнала (стр. 50) рассказывалось о возвращении в 1965 г. кометы Темпеля—Тутля, орбиту которой вычислил доктор Шубарт (рис. 1). Комета была обнаружена на двух пластинках, полученных на 10-дюймовом астрографе Бойденской обсерватории (Южная Африка) и на двух пластинках, снятых на большом телескопе обсерватории Маунт Паломар. Все четыре положения хорошо согласуются с эфемеридными (рис. 2). Таким образом, тождество кометы, получившей предварительное обозначение 1965 i, с кометой Темпеля—Тутля можно считать установленным.

С кометой Темпеля—Тутля связан хорошо известный поток Леонид. Метеорное вещество растянуто вдоль всей орбиты роя, и поэтому поток (10—15 метеоров в час) наблюдается ежегодно в середине ноября. На участке орбиты, примыкающем к комете, плотность метеорных тел во много раз больше, чем на остальной части орбиты. Прохождение Земли сквозь эти плотные части роя сопровождалось звездными дождями. По китайским, арабским и европейским летописям и хрони-



кам дожди Леонид, повторявшиеся через каждые 33 года, прослеживаются до 902 г.

Особенно впечатляющим был дождь в 1833 г. Сотни метеоров вспыхивали одновременно, многие по яркости не уступали Луне. После них оставались медленно изгибающиеся следы, которые дополняли картину своим призрачным светом. Очевидцы сравнивали интенсивность дождя со снежной метелью. Небо и воздух, казалось, были охвачены пламенем, и земля вот-вот готова была вспыхнуть. Дождь ослабел и закончился уже после восхода Солнца. «Я желаю видеть, как будет выглядеть небо сегодня вечером, так как думаю, что на нем не осталось больше звезд», — говорил один из очевидцев. Спу-

стя 60—70 лет, многие еще помнили это величественное и вместе с тем страшное зрелище, особенно жуткое своим безмолвием.

К сожалению, орбита роя подвержена довольно сильным возмущениям. Ее ориентация в пространстве такова, что Юпитер подходит к орбите роя почти на 0,7 а.е., а Сатурн приближается на расстояние около 0,4 а.е. Участок роя Леонид, который испытал тесное сближение с Юпитером или Сатурном, отклоняется от первоначальной орбиты, образуя более или менее резкую извилину. Такие извилины возникают в рое при каждом прохождении Юпитера или Сатурна мимо места сближения орбит. Эффект усиливается тем, что Юпитер через 14 обращений, а

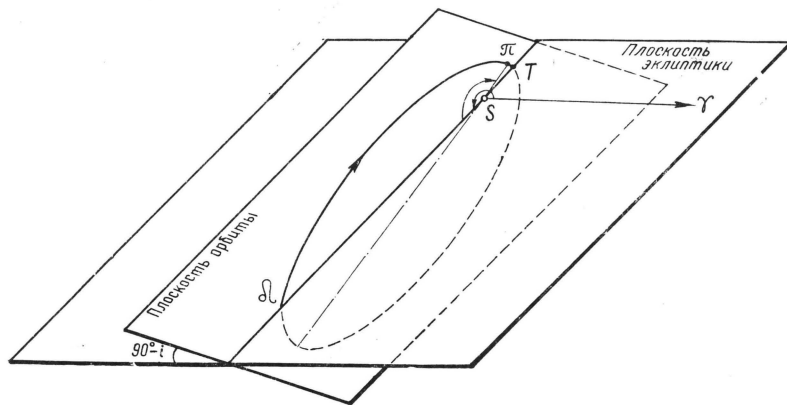


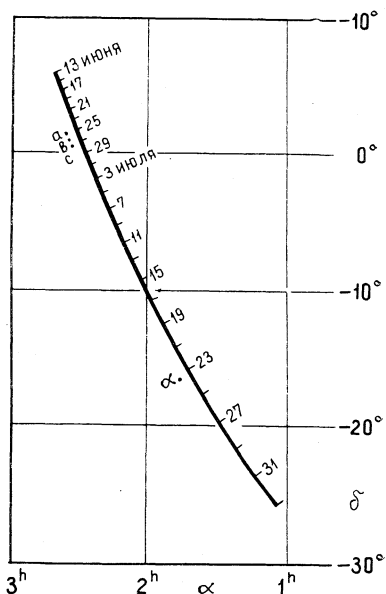
Рис. 1. Орбита кометы Темпеля—Тутля—эллипс с большой полуосью $a = 10,2699$ а.е. и эксцентриситетом $e = 0,90443$. Она составляет с плоскостью эклиптики угол $i = 162^\circ 71'$. Долгота восходящего узла Ω , отсчитываемая от направления на точку весеннего равноденствия γ , составляет $234^\circ 43'$. Угловое расстояние от узла Ω до перигелия π равно $172^\circ 57'$. S — положение Солнца, T — точка, в которой орбита кометы пересекает орбиту Земли.

Сатурн через 9 обращений проходят мимо тех же самых участков роя, которые были ими возмущены. Условия встречи с Землей для частиц, попавших на такие извилины, сильно меняются. Поэтому количество метеоров, наблюдаемых в разные годы, характеризует не столько распределение метеорного вещества вдоль орбиты роя, сколько условия встречи с той или иной извилиной.

В 1870 г. та часть роя, которая вызвала звездный дождь в 1833 г., испытала тесное сближение с Сатурном, а в 1898 г. прошла на расстоянии 0,9 а.е. от Юпитера. Это привело к уменьшению ее перигелийного расстояния с 0,9855 до 0,9729 а.е. и уве-

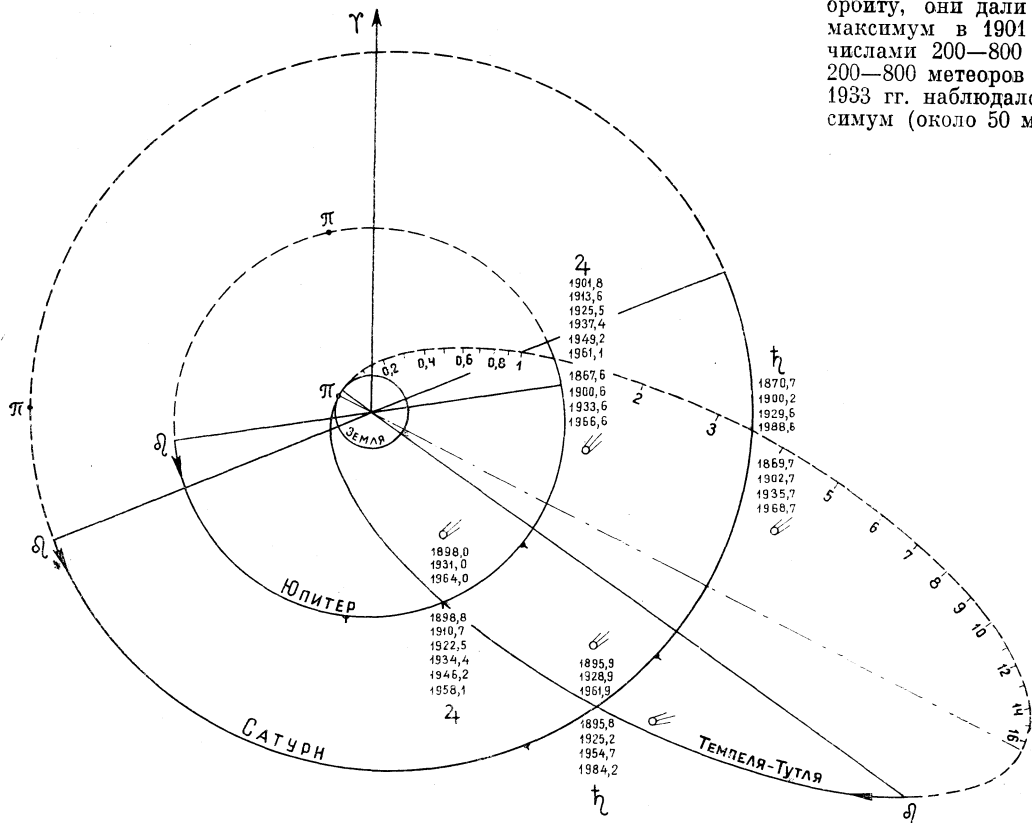
Рис. 2. Эфемериды кометы Темпеля — Тутля и положения кометы 1965 i (а — 30,1 июня, б — 30,5 июня, с — 1,1 июля, d — 26,5 июля; по Шубарту)

личению периода обращения примерно на 0,3 года. В результате орбита этой части роя оказалась отодвинутой от орбиты Земли, и в 1899 г. дождь уже не наблюдался. Вместо десятков тысяч метеоров наблюдалось всего 10—20 метеоров в час. Однако плотная часть роя имеет значительное протяжение вдоль орбиты. Поэтому, например, часть роя, наблюдавшаяся в 1833 г., отставала от кометы на 10 месяцев. Еще более отставшие



от кометы части роя, но еще достаточно плотные, прошли на большом расстоянии от Юпитера и Сатурна и не испытали столь сильных возмущений. Сохранив орбиту, они дали относительный максимум в 1901 г. с часовыми числами 200—800 метеоров, т. е. 200—800 метеоров в час. В 1930—1933 гг. наблюдался слабый максимум (около 50 метеоров в час).

Рис. 3. Положение орбиты кометы Темпеля — Тутля в солнечной системе. Плоскости всех орбит совмещены с плоскостью эклиптики. Указаны годы сближения кометы с Юпитером и Сатурном. Вдоль орбиты кометы отмечено время (в годах), необходимое для достижения данной точки орбиты (счет ведется от момента прохождения перигелия). Период обращения кометы принят равным 33,02 года (это соответствует величине большой полуоси 10,2699 а. е.)



В 1965 г. Земля погрузилась в рой почти через полгода после того, как комета прошла низходящий узел своей орбиты, и, вероятно, пересекла только внешнюю разреженную часть роя. Наблюдатели во многих пунктах отметили увеличение активности Леонид. По наблюдениям И. С. Астаповича на Кавказе, А. П. Саврухина в Ашхабаде и наблюдениям симферопольских любителей астрономии часовые числа Леонид 12—17 ноября достигали 100. Такое же число зарегистрировано на Гавайской станции Смитсоновской обсерватории (США), где отмечалось, что метеоры были преимущественно от —5 до 0 звездной величины. В Австралии зарегистрировано около 40 метеоров в час при средней звездной величине около —3. Следует учесть, что наблюдения мешала Луна. Поэтому часовые числа для безлунной ночи могли бы достигнуть примерно 200.

Произошло ли возвращение плотной части роя, наблюдавшейся в 1833 г. на прежнюю орбиту? На основании имеющихся данных наблюдений утверждать это вряд ли имеет смысл, потому что части роя, наблюдавшиеся в 1833 и 1965 гг., даже в районе орбиты Сатурна отстоят на значительном расстоянии друг от друга и испытывают различные возмущения. Кроме того, часть роя 1833 г. не испытывала новых тесных сближений с большими планетами (рис. 3).

В 1966 г. Земле предстоит встретить часть роя, отставшую от кометы более чем на 18 месяцев. Предсказать, каковы будут часовые числа метеоров на этот раз, довольно трудно. Поэтому наблюдения Леонид 16—17 ноября 1966 г. представляют большую научную ценность.

А. Н. Симоненко

ВОЗМОЖНА ЛИ ЖИЗНЬ НА ЮПИТЕРЕ?

Когда обсуждают возможность жизни на планетах солнечной системы, Юпитер с его плотной атмосферой, содержащей такие вредные газы, как метан (CH_4) и аммиак (NH_3), почти никогда не рассматривают. Между тем, большая группа микроорганизмов способна существовать в широком диапазоне температур, независимо от наличия воды и кислорода. Эти микроорганиз-

мы могут переходить в состояние резко сниженной активности и переносить длительное высушивание, высокие давления и высокий вакуум.

Группа американских ученых недавно закончила большую серию опытов по выращиванию микроорганизмов в анаэробных средах. Оказалось, что представители плесневых грибов *Penicillium brevicompactum* в атмосфере аммиака с 5% добавкой метана за два месяца разрослись в колонию толщиной несколько миллиметров. Растения вида *Euphorbia xylorhizoides* прекрасно развивались в атмосфере 5% NH_3 + 45% H_2 + 50% CH_4 , даже сохраняя свою окраску. Перед началом исследований поверхность растений тщательно очищалась от микроорганизмов, оставались лишь немногочисленные споры. Однако через несколько месяцев выдерживания в указанной среде на отмирающих участках растений при микроскопическом исследовании были найдены самые различные бактерии. Авторы исследований считают, что в столь необычных условиях эти бактерии могли прорасти из спор.

Аммиак, как известно, обладает высокой токсичностью. Для человека и млекопитающих опасны уже концентрации около 70 мг на кубический метр воздуха (1 м³ воздуха при нормальных условиях весит 1,29 кг). В проведенных экспериментах концентрации аммиака достигали 35—660 г/м³. Нечувствительность микроорганизмов к аммиаку не удивительна: многие токсичные вещества — продукты выделения различных бактерий, поэтому должны быть и бактерии, устойчивые по отношению к ним. В связи с этим полученные экспериментальные результаты дают основание предполагать, что простейшие формы жизни могут существовать в атмосфере Юпитера, богатой аммиаком и метаном, по крайней мере, в тех слоях, где имеются подходящие температурные условия (опыты проводились при температурах около 300° K). Точно так же, говоря о времени зарождения жизни на Земле, следует учитывать, что она могла возникнуть еще в то далекое время, когда Земля была окружена первичной атмосферой, содержащей аммиак и метан.

«Icarus», 4, № 1, 1965, 37.

КАК ИЗМЕНЯЮТСЯ НАШИ СУТКИ

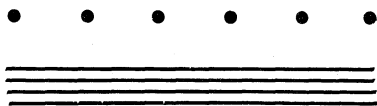
Электронный способ измерения времени в последние годы позволил определить с очень большой точностью продолжительность земных суток. Такие измерения проводились во Всесоюзном научно-исследовательском институте физико-технических и радиотехнических измерений.

Наблюдения вращения нашей планеты привели к открытию неожиданных явлений. Установлено, что резкое уменьшение скорости вращения Земли, начавшееся в 1963 г., продолжалось и в 1965 г. За период с марта 1963 г. по октябрь 1965 г. скорость вращения уменьшилась на $19 \cdot 10^{-9}$ и соответственно сутки увеличились на 1,6 мсек, а за первые 9 месяцев 1965 г. на 0,6 мсек.

То, что вращение Земли замедляется, не новость. Из прежних многолетних наблюдений следовало, что замедление не превышает 1 мсек за 120 лет. Сейчас речь идет о ранее не наблюдавшемся замедлении, которое, по-видимому, нельзя объяснить приливным трением и сезонной неравномерностью вращения Земли и которое может оказаться связанным с другими астрономическими и геофизическими явлениями.

Возможные причины изменений скорости вращения Земли и, в частности, связь этого эффекта с деформацией земной коры и солнечной активностью обсуждались в докладах кандидата технических наук Д. Ю. Белоцерковского, доктора физико-математических наук Н. Н. Павлова и доктора физико-математических наук Ю. Д. Калинина. Эти доклады были прочитаны на сессии Отделения общей и прикладной физики АН СССР в марте 1966 г.

Исследования неравномерности вращения нашей планеты продолжаются в ряде советских и зарубежных научных учреждений.



КИСЛОРОД И ЭВОЛЮЦИЯ*

Л. БЕРКНЕР,
доктор,
Л. МАРШАЛЛ,
профессор

Эта статья посвящена истории атмосферы Земли — не столько ее современному состоянию, сколько выяснению, почему и как образовалась атмосфера, каковы были промежуточные этапы ее развития. Ответы на эти вопросы очень важны для решения проблем зарождения и эволюции жизни на Земле.

Одна из самых интересных и парадоксальных особенностей земной атмосферы — сравнительно высокое содержание кислорода (около 21%). В этом отношении Земля — уникальная планета солнечной системы. Жизнь не могла бы возникнуть в атмосфере со столь высоким содержанием кислорода, так как аминокислоты и другие вещества, необходимые для построения живого, быстро окислялись бы. В то же время мы не могли бы жить и дышать, не будь такой концентрации кислорода. Существование большинства современных форм жизни, в том числе многих растений, очень сильно зависит от кислорода и более того, от строго определенной его концентрации. Отсюда следует, что концентрация кислорода в земной атмосфере поддерживается сравнительно постоянной на протяжении длительного времени.

До недавнего времени ученые не могли прийти к общей точке зрения на то, как образовалась устойчивая атмосфера с современным содержанием кислорода. Существует очень полезный принцип, выдвинутый около 150 лет назад Гэттоном. Он объясняет геологическое и эволюционное разнообразие чрезвычайно медленными изменениями, которые мы наблюдаем в современных условиях, и не допускает, что в какое-то время происходили резкие изменения окружающей среды. Однако, как мы увидим, современное истолкование геологических данных приводит к мысли о внезапных взрывах эволюционной активности, которые нельзя объяснить, не предполагая существенных изменений в окружающей среде. Так, например, мы знаем, что многоклеточные формы жизни в океане возникли только в начале палеозойской эры, т. е. 600 млн. лет назад. Растительная жизнь обосновалась на суше примерно 420 млн. лет назад, по-видимому, тогда же появились и сухопутные животные. Единственные признаки какой-либо жизни в эпохи, предшествующие палеозойской эре — останки некоторых бактерий и других простейших организмов. Они были найдены, например, Герингом и Абельсоном в древнейших скальных породах, в любопытных формациях, называемых биогермами, часть

которых имеет возраст почти 3 млрд. лет. Пласты осадочных глин в районе Великих озер, образовавшиеся около 2 млрд. лет назад, в изобилии содержат останки одноклеточных организмов. Процессы отложения некоторых руд тоже, видимо, проходили с участием бактерий, разлагавших химические соединения. Однако нет никаких свидетельств того, что формы жизни, существовавшей в воде, сколько-нибудь заметно усложнились на протяжении этих миллиардов лет до начала палеозойской эры.

Земля, по-видимому, образовалась из небольших небесных объектов, которые не имели никакой изначальной атмосферы. Возникновение земной атмосферы началось после образования планеты. В результате локального нагрева, расплавления пород и действия вулканов в окружающее пространство выделялись газы. В первичной атмосфере должен был преобладать водород, водяные пары и углекислый газ. Постепенно ее состав изменялся за счет улетучивания более легких газов (водорода и гелия) в мировое пространство, а также связывания углекислого газа в карбонаты по мере того, как ширились пространства, занятые мировым океаном.

Сейчас в мире насчитывается примерно 500 действующих вулканов. Около 400 из них расположены в районе Тихого океана.

* Журнал «New scientist», 28, 469, 1965 г. Перевод с английского Б. И. Колтового.

По оценкам Уилсона за счет современной активности вулканов к массе континентов ежегодно прибавляется по 4 км³ твердого вещества. Если умножить эту величину на возраст Земли, получится около 12 млрд. км³. Это очень близко к современным оценкам объема всех континентов.

Кроме извержений твердого вещества, вулканы выделяют колоссальное количество газов. Объемная доля водяных паров в вулканических газах достигает 97%. Кроме того, в них присутствуют в различных количествах азот, углекислый газ, водород, двуокись серы, хлор, незначительные количества сероводорода, окиси углерода, метана, аммиака и т. д. Все эти вулканические пары и газы были связаны в скальных породах и затем высвобождались, иногда в процессе гигантского взрыва, через жерла вулканов.

Водяных паров и газов, высвободившихся на протяжении 3—4 млрд. лет, надо думать, было вполне достаточно, чтобы образовать современные океаны, а также достичь современной концентрации азота и других составных частей атмосферы, кроме кислорода. Но это исключение имеет особо важное значение. В процессе вулканической деятельности свободный кислород не выделяется. Вулканические температуры, а также присутствие железа, серы и других веществ в восстановленном состоянии — все это создавало условия для энергичного протекания химических реакций, в ходе которых весь кислород связывался.

Следовательно, в первичной атмосфере кислород совершенно отсутствовал. Это подтверждают и другие соображения. Древние осадки, возникавшие под действием эрозии на протяжении миллиардов лет, как известно, состоят из веществ, лишь частично

окисленных, что указывает на низкое содержание кислорода в атмосфере. В последнее время Холланд пришел к выводу, что в далекой древности атмосфера Земли должна была обладать восстановительными свойствами (иначе говоря, в ней должен был преобладать водород).

Поскольку факты говорят об отсутствии кислорода в первичной атмосфере, немедленно возникает вопрос, как объяснить накопление в ней кислорода в последующее время. Свободный кислород должен был выделяться главным образом при распаде молекул воды на водород и кислород. Это могло происходить либо в результате прямой фотодиссоциации водяных паров под действием ультрафиолетовых лучей (главным образом в диапазоне 1500—2000 Å), либо за счет косвенного процесса, протекающего при фотосинтезе в зеленых растениях. На безжизненной планете был возможен только первый путь. Сколько же кислорода мог дать процесс фотодиссоциации?

Мы исследовали ультрафиолетовую часть спектра солнечного излучения. Наблюдения, выполненные с помощью ракет и спутников, позволили выяснить интенсивность ультрафиолетового излучения Солнца, которое достигает земной атмосферы в интересующем нас интервале длин волн. Источник его — фотосфера Солнца, и, как было показано Уилсоном, это излучение постоянно на протяжении истории планеты.

Водород, получающийся при фотодиссоциации, должен был достаточно быстро улетучиваться из атмосферы в космическое пространство (пока еще неясно, с какой скоростью шел этот процесс). Не мог долго оставаться в атмосфере вблизи поверхности и образующийся при фотодиссоциации кислород. Он должен был

очень энергично вступать в реакцию с частично окисленными горными породами и другими веществами. В атмосфере некоторая часть кислорода расходовалась на образование озона, молекула которого состоит из трех атомов кислорода. Молекулы озона обладают повышенной окислительной способностью и хорошо поглощают ультрафиолетовые лучи. Таким образом, в первичной атмосфере кислород расходовался на окисление веществ, слагавших поверхность планеты, и, кроме того, возможно, часть кислорода расходовалась на окисление водорода — восполнение водяных паров в определенных слоях атмосферы.

Простыми расчетами можно показать, что энергии ультрафиолетового излучения вполне достаточно для того, чтобы высвободить на протяжении истории Земли за счет фотодиссоциации водяных паров в сто с лишним раз больше кислорода, чем нужно для окисления всех осадочных пород, покрывающих континенты и дно океана. Однако за счет этого процесса не могла бы накопиться даже тысячная доля современного содержания кислорода в атмосфере.

Доктор Гарольд Юри указал, что накопление кислорода в результате фотодиссоциации становится саморегулируемым. Водяные пары содержатся в основном в нижних слоях атмосферы, поскольку из более холодных слоев, располагающихся выше, они выпадают в виде осадков. По мере того, как водяной пар разрушается ультрафиолетовыми лучами с выделением свободного кислорода, этот кислород располагается над тем уровнем, где сосредоточена основная масса водяных паров. В результате он поглощает излучение в том самом диапазоне длин волн, в котором происходит расщепление водяного пара. И когда концен-

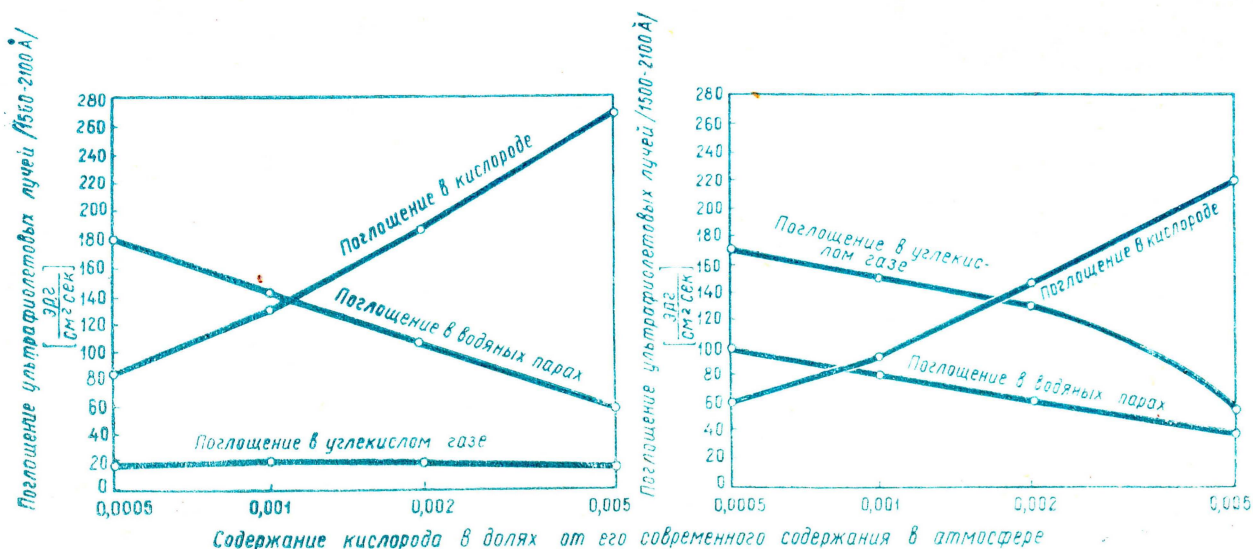


Рис. 1. Расчет количества кислорода в древней атмосфере на основе эффекта саморегулирования, указанного Гарольдом Юри. Слева — результаты расчетов, основанных на предположении, что содержание водяных паров и углекислого газа было таким же, как и сейчас.

Справа — результаты расчетов, основанных на предположении, что углекислого газа в атмосфере было в десять раз больше, чем сейчас. Кислород выделялся в результате фотодиссоциации водяных паров под действием ультрафиолетового излучения. Однако после того как был достигнут определенный уровень содержания кислорода, его выделению стало препятствовать увеличившееся поглощение ультрафиолетового излучения кислородом.

На обоих графиках поглощение ультрафиолетового излучения кислородом начинает превышать поглощение этого излучения водяными парами, когда содержание кислорода в атмосфере достигает примерно 0,001 нынешнего уровня

трация кислорода достигает определенной, очень небольшой величины, он просто преграждает путь к продолжению реакции фотодиссоциации. Мы называем этот ограничивающий механизм «эффектом Юри».

Конечное содержание кислорода в первичной атмосфере определялось интенсивностью его расхода, который при равновесном состоянии должен равняться интенсивности его образования. Этот баланс можно рассчитать (рис. 1). Оказывается, содержание кислорода в первичной атмосфере не превышало 0,1% от современного.

Ныне нас защищает от смертоносного ультрафиолетового излучения очень небольшой слой озона, располагающийся на высоте около 50 км. Общее количество озона не превышает 50—70 миллиардных долей массы атмосферы, располагающейся ниже. И тем не менее этого количества вполне достаточно, чтобы защитить жизнь от губительных солнечных ожогов. Но в первичной атмосфере, когда содержание кислорода было в тысячу с лишним раз меньше, озон образовывался очень близко от поверхности Земли. Защитный слой озо-

на был очень тонок и не мог укрыть зарождающуюся на поверхности Земли жизнь от смертоносного ультрафиолетового излучения Солнца. Наши расчеты, проиллюстрированные рисунком 2, показывают, что условия, благоприятные для синтеза живых молекул и развития простейших форм жизни, создавались только на глубине около 12 м под поверхностью воды за счет комбинированного эффекта поглощения ультрафиолетового излучения кислородом и озоном первичной атмосферы, а также слоем воды. Примерно к такому же выводу независимо пришел и Карл Саган.

Таким образом, мы можем

представить себе органические соединения, синтезированные на поверхности воды за счет энергии ультрафиолетового излучения и медленно опускающиеся вглубь в те слои воды, где в присутствии безвредного видимого света могут возникать более сложные организмы. Для этой первичной жизни нужны были водоемы, глубиной 9 м и более, достаточно глубокие, чтобы служить защитой от смертоносного ультрафиолетового излучения и в то же время настолько мелкие, чтобы большая часть видимого света могла проникать до самого дна. Для построения нашей модели нужно еще, чтобы в воде существовали достаточно слабые

конвективные течения, которые могли бы выносить простейшие организмы со дна на поверхность, но в то же время способные переносить органические питательные вещества от поверхности в нижние слои воды. На этой ранней стадии жизнь вряд ли могла существовать в океане — океанские волны и течения либо выносили бы первичные организмы к поверхности, либо погружали бы их во мрак глубин. Поэтому они могли существовать только в оврагах и защищенных от действия внешних сил мелких морях, на глубине 9—12 м, как обитатели придонных слоев.

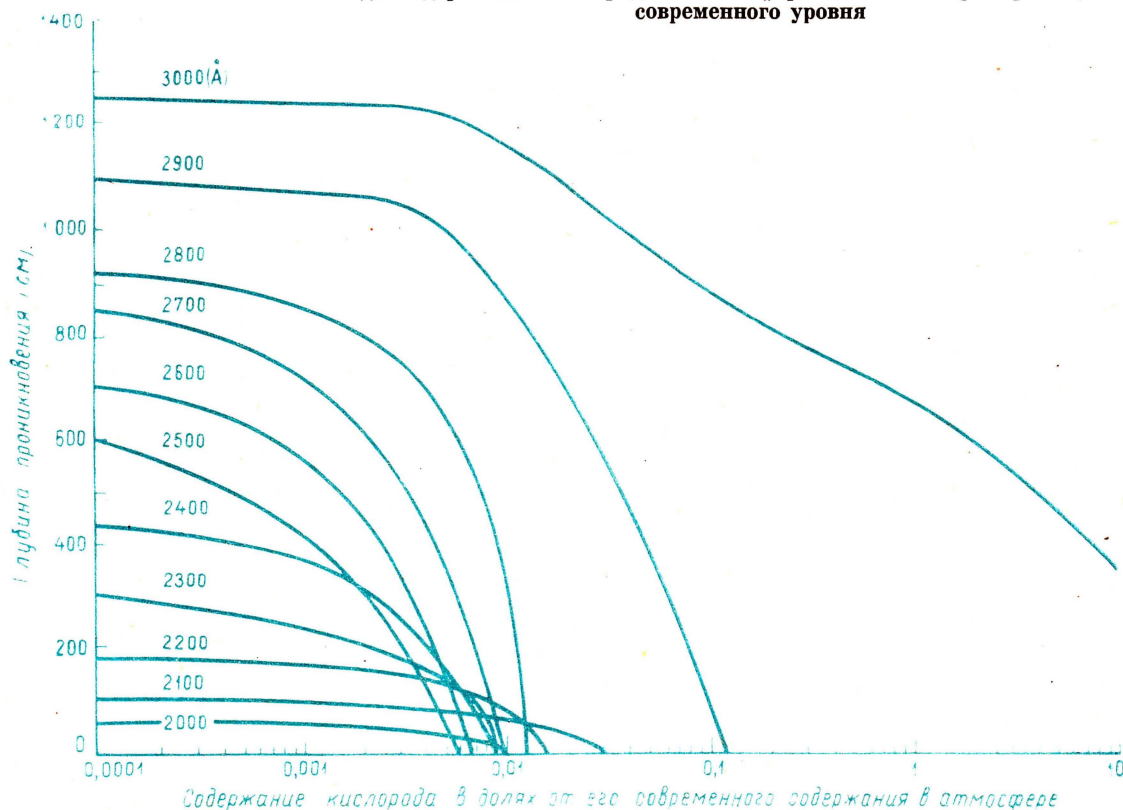
Взглянув на рисунок 2, мы увидим очень любопытное совпадение. Первобытная атмосфера наиболее надежно защищала от излучения с длиной волны около

2000 Å, что объясняется распределением длин волн ультрафиолетового излучения Солнца и характеристиками поглотительной способности озона и водяных паров. Именно в этом участке длин волн современные нуклеиновые кислоты (2630 Å) и белки (2750 Å) наиболее чувствительны к радиационному повреждению. Поэтому создавались особо благоприятные условия для синтеза нуклеиновых кислот и белков с подобными характеристиками поглотительной способности. Мы не занимались подсчетами, как другое Солнце с иным спектром излучения могло бы изме-

нить положение указанного участка спектра. Не знаем мы и того, могут ли существовать нуклеиновые кислоты и белки с иными характеристиками поглотительной способности. Однако эти соображения надо иметь в виду, отправляя живые организмы в другие планетные системы.

Продолжим поиски ответа на вопрос: как объяснить дальнейшее накопление кислорода до современного уровня, который позволяет поддерживать жизнь и защищает ее от смертоносных излучений в океане и на суше? Повышение содержания кислорода могло произойти только за

Рис. 2. Глубина проникновения в воду солнечных ультрафиолетовых лучей различной длины волны, прошедших сквозь атмосферу с различным (возрастающим) содержанием кислорода. (На глубине, равной глубине проникновения, интенсивность излучения падает до величины меньшей $1 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек}$ на 50 Å волнового диапазона излучения.) Следует отметить, что глубина проникновения равна нулю для подавляющего большинства длин волн ультрафиолетовых лучей, когда содержание кислорода в атмосфере достигает примерно 0,01 от современного уровня



счет процесса фотосинтеза, в ходе которого кислород высвобождается из воды при восстановлении углекислого газа в углеводы. Решающую роль здесь играет то, что для фотосинтеза нужен видимый свет, для которого ни озон, ни кислород не является препятствием. Эффект Юри не ограничивает интенсивность этого процесса.

Первые одноклеточные организмы, которые могли реализовать процесс фотосинтеза, появились, по-видимому, около 2,7 млрд. лет назад. С тех пор баланс кислорода складывался следующим образом. С одной стороны, действовали механизмы пополнения кислорода. Это — процессы фотодиссоциации и фотосинтеза. С другой стороны — механизмы вывода кислорода из атмосферы: окисление веществ, слагающих поверхность Земли; биологические процессы, включая гниение и дыхание; растворение кислорода в воде и процесс воссоединения водорода и кислорода в атмосфере.

Вначале фотосинтез не мог сколько-нибудь существенно повлиять на баланс первичной атмосферы, в которой содержание кислорода равнялось 0,1%. Но в конце концов, по мере расширения площади поверхности, на которой шел процесс выделения кислорода за счет фотосинтеза, началось накопление этого газа в атмосфере, т. е. поступление кислорода превышало его расход. Чтобы обеспечить достаточную интенсивность фотосинтеза, а следовательно, и выделение кислорода, мелкие водоемы должны были покрывать примерно 1% современной площади суши.

Отсюда можно схематически представить облик континентальных районов в то далекое время. Это — голая, лишенная растительности, поверхность суши, усеянная водоемами, в которых на отмелях идут процессы фо-

тосинтеза. Те, кому доводилось пролетать над Северной Канадой и Лабрадором, могут легко представить себе, как выглядела большая часть земной поверхности.

Живые организмы на первых порах могли располагать лишь очень ограниченными количествами энергии. По мере постепенного роста содержания кислорода в атмосфере, когда оно увеличилось раз в десять по сравнению с исходным (около 1% от современного содержания кислорода в атмосфере), появилась возможность запасать энергию, используя процесс дыхания. Этот механизм позволяет высвобождать в 30—50 раз больше энергии в расчете на молекулу, нежели в более элементарных химических процессах брожения. Во многих простейших организмах переход от брожения к дыханию происходит тогда, когда концентрация кислорода достигает 1% от современной концентрации его в атмосфере. Пастер указал на этот эффект около ста лет назад, изучая заболевания вина. Поэтому данное явление получило название «эффект Пастера».

Процесс дыхания создает новые возможности для эволюции: транспортные системы могут переносить кислород, система усвоения использует его, нервная система управляет этими процессами. Короче говоря, создаются возможности для развития сложного многоклеточного организма с более совершенными механизмами управляемого накопления и использования энергии.

Дыхание всегда считалось важнейшей вехой эволюционного развития. Однако при этом упускали из вида, что физические возможности реализации процесса дыхания — это ключ, который открывает дорогу развитию целой плеяды более совершенных биологических функций. Как только концентрация кислорода

становится достаточной для реализации процесса дыхания, возникает и эволюционная потребность в сложной биологической функции, чтобы увеличить способность запасать энергию с последующим использованием этой энергии на благо организмов.

Увеличение кислорода в атмосфере до 1% от современного его содержания автоматически повлекло за собой поддающееся расчету увеличение суммарного содержания озона. Если рассмотреть поглощение ультрафиолетового излучения кислородом, озоном и водой (рис. 2), то окажется, что смертоносные лучи полностью поглощались примерно 30-сантиметровым слоем воды.

Уровень концентрации кислорода в атмосфере, равный 1% от современной его концентрации, мы называем **первым критическим уровнем**. Жизнь еще не может выйти за пределы водных бассейнов, но теперь она способна существовать на очень малых глубинах. Она начинает распространяться в океанах, поскольку, во-первых, губительное излучение действует только около самой поверхности воды, а во-вторых, могут развиваться более сложные организмы, которые способны в какой-то мере управлять своими перемещениями в окружающей среде. Харди изумительно рассказывает о непонятных суточных вертикальных перемещениях пелагических организмов. Возможно, эта защитная реакция берет начало с того самого времени, о котором идет речь.

Итак, в начале палеозойской эры, около 600 млн. лет назад, когда концентрация кислорода в атмосфере достигла 1% его современного содержания, создались условия для внезапного эволюционного скачка. Мы не располагаем данными, которые говорили бы о том, что в более древние времена существовали

организмы, более совершенные по сравнению с простейшими древними обитателями Земли. А в самом начале палеозойской эры за несколько миллионов лет широкое распространение получили более совершенные формы жизни. На протяжении примерно 20 млн. лет появилось столько разнообразнейших форм жизни в океанах, реках и озерах, что они послужили фундаментом для всех современных форм жизни. По меньшей мере 1200 новых видов различных живых организмов появилось на протяжении последующей кембрийской эры в одних только североамериканских геологических горизонтах. Некоторые из них были довольно крупными. Среди ископаемых окаменелостей кембрийской эры встречаются скелеты трилобитов и больших панцирных животных, сравнимых с такими современными моллюсками, как гребешок и морское ухо. Некоторые из этих окаменелостей имеют около 1 м в диаметре.

Этому эволюционному взрыву сопутствовало увеличение интенсивности фотосинтеза в океане и соответственно ускорение накопления содержания кислорода в атмосфере. Одновременно увеличивалась и толщина слоя озона, защищавшего от смертоносного ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн от 2100 до 3000 Å. При том содержании кислорода, которое было характерно для раннего палеозоя, ультрафиолетовое излучение еще должно было губить любой организм, который попробовал бы высунуться из воды. Жизнь непрерывно стремилась выйти из воды на открытый воздух, чтобы увеличить накопление энергии в процессе фотосинтеза, но обжигающее излучение не позволяло ей сделать это. По мере накопления кислорода процессы жизнедеятельности могли протекать все ближе к поверхности воды

(рис. 2), пока содержание кислорода не достигло 10% от его современной концентрации. Теперь жизнь могла, наконец, существовать и на поверхности воды или около нее.

Эти 10% мы назвали **вторым критическим уровнем**. Можно ли установить: когда началась эта эра?

Геологические данные говорят, что такой «взрыв жизни» на суше произошел примерно в конце силурийской эры, т. е. 400—420 млн. лет назад. Перед этим, в середине силурийской эры, появились споры — первое доказательство того, что растения росли над поверхностью воды в хорошо защищенных местах. Затем, в конце силурийской эры многие классы растений и животных быстро двинулись на сушу и вскоре (в начале девонской эры, т. е. 380 млн. лет назад) появились гигантские леса. По мере того, как заросли распространялись на большей части суши, они образовывали естественное укрытие от ультрафиолетовых лучей дополнительно к той преграде, которая становилась все надежнее с быстрым накоплением кислорода за счет фотосинтеза. Увеличение толщины защитного слоя озона сопровождалось появлением на суше более чувствительных к внешним воздействиям форм жизни. К концу девонского периода (350 млн. лет назад) разнообразия многих форм жизни, прежде существовавших только в воде, в процессе эволюции вышли на сушу, в том числе амфибии и насекомые.

Содержание кислорода в атмосфере во время каменноугольного периода, возможно, даже превышало современный уровень в результате того, что в процессе фотосинтеза выделялось большое количество кислорода и потреблялось соответствующее количество углекислого газа. Можно полагать, что такое превышение, в

конце концов, само же себя и корректировало, поскольку по мере уменьшения содержания углекислого газа в атмосфере поверхность Земли должна была охлаждаться. Известно, что углекислый газ поглощает инфракрасное излучение, идущее от Земли в космическое пространство, сохраняя таким образом ее тепло. Это называется парниковым эффектом. Ослабление этого эффекта в результате уменьшения содержания углекислого газа в атмосфере могло привести к обширным периодам оледенения в пермскую эпоху, около 200 млн. лет назад. Интенсивность фотосинтеза при этом должна была резко упасть из-за того, что перемена климата неблагоприятно сказалась на живых организмах. А это в свою очередь привело к резкому катастрофическому понижению концентрации кислорода. И кто знает, может быть, гигантские пресмыкающиеся мелового периода пытались увеличить емкость своих легких, прежде чем они внезапно исчезли и с суши, и из океана.

Итак, можно предполагать, что на протяжении последних 300 млн. лет содержание и кислорода и углекислого газа могло колебаться около уровня, соответствующего современной концентрации этих газов, резко падая примерно до 10% от указанного уровня и затем медленно поднимаясь вновь. Вероятно, более внимательное исследование геологических данных позволит уточнить характер этих колебаний.

Картина постепенного накопления кислорода в атмосфере, полученная на основе наших исследований, приведена на рисунке 3, где изменение содержания кислорода связано с геологической шкалой времени.

Эволюцию на протяжении любого геологического периода следует рассматривать как сложное

взаимодействие между уровнем содержания в атмосфере кислорода, вырабатываемого живыми организмами, и теми новыми возможностями эволюции, которые открывает этот уровень. Время от времени содержание кислорода достигает критических значений. В результате возникают обширные возможности, которые незамедлительно реализуются в физиологических реакциях организмов. Ученые в прошлом полагали, что нужны были очень длительные периоды времени для того, чтобы эволюция прошла гигантский путь от простых микроскопических организмов до крупных высокоорганизованных форм жизни, которые появились вне-

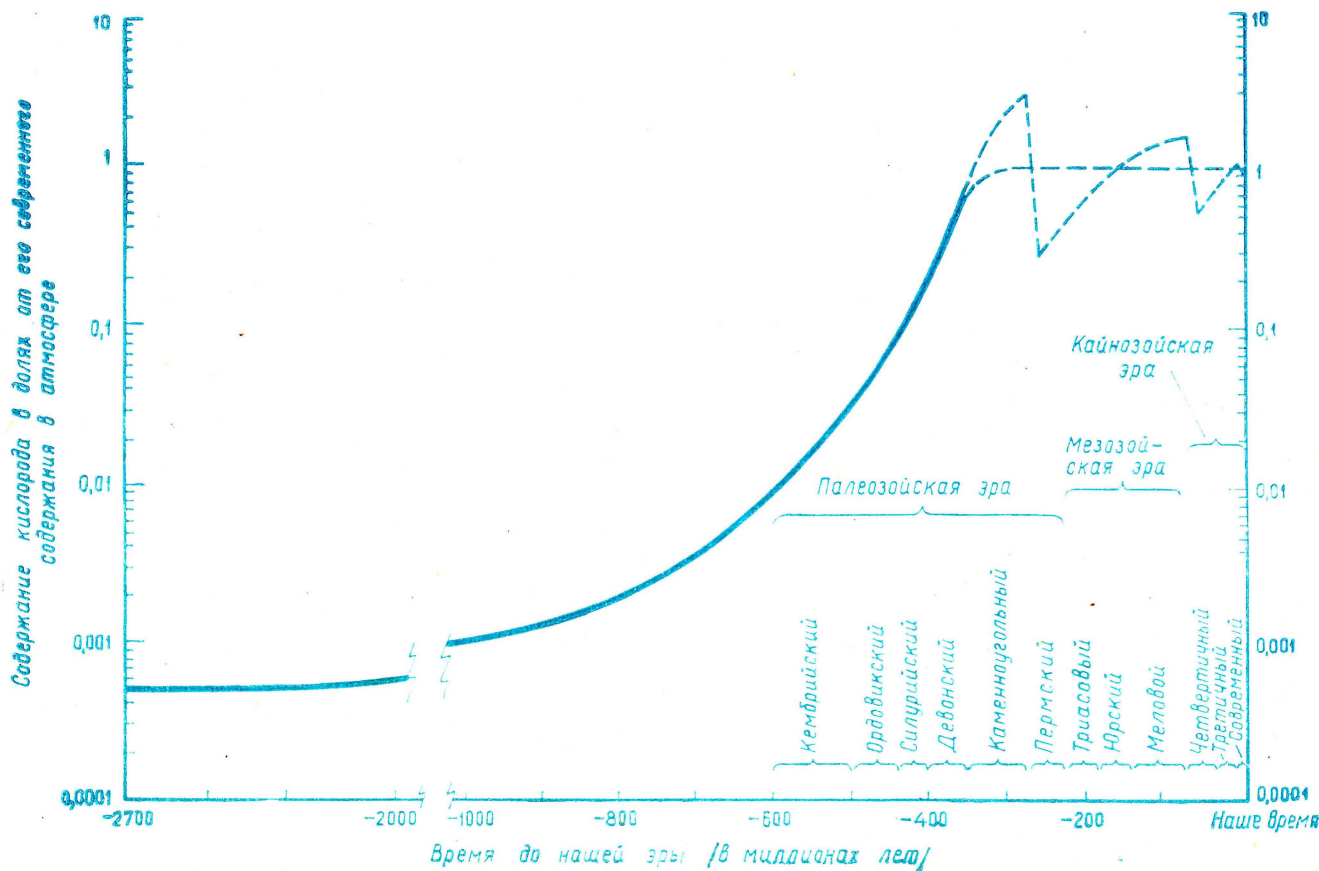
запно около 600 млн. лет назад. А то, что после столетнего изучения (чуть ли не с микроскопом) сравнительно нетронутых докембрийских осадочных пород никаких ископаемых останков таких эволюционных предшественников не было найдено, расценивалось как большая «геологическая загадка».

Мы считаем, что предшественников и не следовало ожидать на протяжении длительного времени. Они просто не могли появиться, пока увеличение содержания кислорода не создало новые возможности.

Таким образом, геологические данные надо читать точно так, как они выглядят, без всяких

домыслов. До кембрийской эры кислорода было недостаточно для того, чтобы эволюция могла прогрессировать без помех. Когда все океаны вдруг открылись для жизни 600 млн. лет назад, когда образовалась достаточная защита от смертоносного ультрафиолетового излучения (это соответствует первому критическому уровню, или 1% от современного содержания кислорода), тогда-то, по-видимому, в арсенал жизни и вошел процесс дыхания. Затем, примерно через 180 млн. лет, содержание кислорода достигло второго критического уровня, и достаточная защищенность от губительных ультрафиолетовых лучей позволила расте-

Рис. 3. Изменение содержания кислорода в атмосфере в ходе эволюции



ниям и животным начать освоение суши. Этому времени соответствует аналогичный климатологический скачок. Эволюция немедленно отозвалась на эти изменения: многие группы растений и животных вышли из океана на сушу.

В рамки существующих представлений об эволюции плохо укладывается темп и сложность этих гигантских эволюционных скачков. Очевидно, эволюция может продвигаться настолько быстро, насколько это позволяет комбинирование, селекция и адаптация. Если наше толкование верно, то удастся сделать значительный шаг в количественном определении темпов эволюции.

Говоря о планетах вообще, мы должны сделать вывод, что атмосферный кислород в значительных количествах (по меньшей мере 1% от его современного содержания в земной атмосфере) — это первостепенной важности свидетельство высокоразвитых форм жизни. Меньшее содержание кислорода допускает существование только примитивных одноклеточных организмов при условии приемлемого интервала температур, достаточного количества подходящего растворителя и т. д.

Интенсивное исследование атмосфер Марса и Венеры космическими аппаратами, очевидно, позволит развить более широкие обобщения в области эволюции атмосфер планет, подобных Земле. А особенности атмосферы нашей планеты должны навести нас на некоторые раздумья о тех изменениях, которые в ней может вызвать в будущем человеческая деятельность.



СПУТНИК ИО И ДЕКАМЕТРОВОЕ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ЮПИТЕРА

Еще в 1964 г. австралийский радиоастроном Э. К. Бигг обнаружил, что декаметровое радиоизлучение Юпитера испытывает возмущения от его спутника Ио. Пики этого излучения (на волнах 10—20 м) соответствуют восходу или заходу Ио для центра диска Юпитера.

Напомним, что спутник Ио имеет диаметр 3500 км и находится на расстоянии 350 000 км от поверхности Юпитера, будучи вторым по порядку от планеты. Ближайший к Юпитеру спутник Амадея (110 000 км от поверхности) гораздо меньше по размерам (около 160 км).

Недавно двое ученых — М. Тиури (Финляндский технологический институт) и Дж. Краус (Радиообсерватория Огайского университета, США) независимо указали на аналогичные явления в земной атмосфере, возникающие при движении в ней искусственных спутников Земли. Проходя сквозь ионосферу, спутники создают дополнительную ионизацию. Ионный канал, создаваемый спутником, взаимодействует с магнитосферой Земли, увеличивая энергию магнитного поля. Повышается и электронная плотность, что подтверждается наблюдениями с англо-американского спутника «Ариэль». Одним из следствий этих явлений должны быть радиопомехи, но на более низких частотах, чем в ионосфере Юпитера, так как магнитное поле Земли гораздо меньше. Проверить это легче с искусственного спутника, расположенного выше уровня основных ионосферных слоев.

Недавно проведенные наблюдения с американо-канадского спутника «Алуэтт» подтвердили возникновение таких радиопомех, особенно проявляющихся

в высоких магнитных широтах северного и южного полушария. По-видимому, ионосфера Юпитера гораздо протяженнее земной. Наблюдения радиоизлучения планеты показывают, что ее эффективный «радиодиаметр» втрое больше истинного диаметра, т. е. основной уровень его магнитосферы (радиационных поясов) отстоит примерно на 140 000 км от поверхности планеты. Конечно, до орбиты Ио еще далеко, но внешние слои магнитосферы Юпитера вполне могут простираться на такое расстояние, как показывает сопоставление с магнитосферой Земли.

«Sky and Telescope», 30, 5, 1965.

РАДИОТЕМПЕРАТУРА МАРСА

Астрономы Мичиганского университета (Дент, Клейн и Аллер) измеряли с февраля по июнь 1965 г. радиотемпературу Марса на волне 3,75 см с помощью 26-метрового радиотелескопа. Всего было сделано свыше 200 измерений, калиброванных по радиоисточнику Дева А. Полученное значение температуры ($185^{\circ} \pm 15^{\circ} \text{K}$) на 55° ниже значения 240°K , определенного У. Синтоном по измерениям в инфракрасных лучах.

Объяснить это расхождение, как указывает М. Клейн, можно двумя путями. Либо излучение на волне 3,75 см исходит из подповерхностных слоев Марса, имеющих гораздо более низкую температуру, чем его наружный покров, либо излучательные способности вещества планеты на волнах инфракрасного и сантиметрового диапазонов различны. Однако тот факт, что температура в течение 6 месяцев колебалась только в пределах 5° от среднего значения, говорит в пользу первого объяснения. Таким образом, на глубине в несколько десятков сантиметров (откуда приходят к нам сантиметровые волны) средняя температура Марса достигает -88°C . Согласно В. Д. Кротикову и В. С. Троицкому, соответствующая температура Луны равна 241°K (-62°C), т. е. там на 26 градусов теплее.

«Sky and Telescope», 30, 5, 1965.

ПРИЛИВЫ В ОКЕАНАХ И МОРЯХ

С. С. ВОЙТ,
доктор физико-математических наук

Жители континентальных районов обычно имеют отдаленное представление о приливах в океанах и морях. У многих со школьных лет сложилось представление о поверхности моря как о чем-то весьма устойчивом и неизменном, поскольку от его уровня отсчитывают высоту гор, холмов и любых других возвышенностей.

Между тем, уровень поверхности воды в океанах не остается постоянным, а колеблется около некоторого среднего положения. Эти колебания, называемые приливами, издавна привлекали и продолжают привлекать внимание ученых. Одни из них, например, биологи, связывают с приливами происхождение земноводных и заселение суши. Геофизики интересуются влиянием приливов на замедление суточного вращения нашей планеты. Океанографы, изучая приливы, составляют карты, характеризующие движение приливных волн, что чрезвычайно важно для безопасности судоходства в мелководных районах и во льдах Арктики. Энергетики видят в приливах поистине неисчерпаемый источник электроэнергии. Этот перечень можно продолжать.

В настоящем очерке дается обзор только некоторых проблем, связанных с изучением приливов.

ИЗВЕСТНОЕ И НЕИЗВЕСТНОЕ

Мы знаем, что приливы в морях и океанах вызываются приливообразующими силами Луны и Солнца, причем лунные приливы примерно в два раза превосходят солнечные. Возникновение приливообразующих сил есть проявление одного из общих законов механики — закона всемирного тяготения. В зависимости от взаимного положения Земли, Луны и Солнца лунный и солнечный приливы либо усиливают, либо ослабляют друг друга. Довольно хорошо изучены зако-



**На берегу океана во время отлива.
Ремонт шлюпки, оставшейся на скале**

номерности поведения приливных волн в прибрежных районах океанов и морей, но нам еще недостаточно известен характер перемещения всех водных масс Мирового океана, вызываемого приливами.

Приливные колебания уровня воды происходят не всюду одинаково. В течение лунных суток (24 часа 50 минут) уровень обычно дважды поднимается и дважды падает. Такие приливы называются полусуточными. Но в ряде мест за то же время происходит лишь одно поднятие и одно падение уровня. В этом случае приливы называются суточными. Во многих районах наблюдаются «смешанные» приливы: в течение месяца они меняют свой характер от полусуточных до суточных.

На большей части побережья океанов приливные колебания не очень велики. Там, где береговая линия малоизвилиста, где дно сравнительно ровное, колебания не превосходят 1,5—2 м. В постепенно сужающихся заливах и устьях рек, впадающих в океан, величина приливов достигает в некоторых пунктах 15—18 м. У берегов Европы наибольшие приливы наблюдаются на северо-западе Франции (до 14,7 м) и в Англии в устье реки Северн (16,3 м).

В СССР самые большие приливы происходят в Мезенском заливе Белого моря (устье реки Кулой, 10 м) и в Пенжинской губе Охотского моря (мыс Астрономический, 11 м). В Северном Ледовитом океане приливы небольшие — порядка десятков сантиметров.

Если берега океана отлогие, то подъем воды во время прилива смещает границы суши и моря на несколько километров. Когда вода отступает, то там, где несколько часов назад бушевали волны, обнажаются огромные пространства каменистого или песчаного грунта морских отмелей.

Интересное явление, называемое бором или маскарэ, наблюдается иногда при распространении приливных волн из океана вверх по течению реки. При этом передний крутой склон приливной волны высотой в 1—2 м движется с большой скоростью и углубляется на десятки и сотни километров вверх по реке.

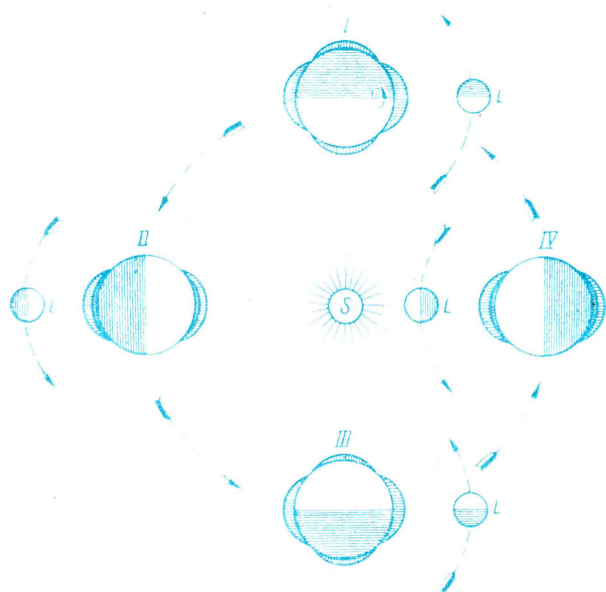
В ходе приливов и отливов перемещается огромная масса воды. Поэтому наряду с колебаниями уровня поверхности океанов и морей происходят периодически меняющиеся приливные течения, в которых участвует вся толща вод океанов. А это оказывает большое влияние на физические, химические и биологические процессы, происходящие в гидросфере.

Каковы направления и скорости этих перемещений водных масс, какое влияние на них оказывает сила Кориолиса, обусловленная вращением Земли, как меняются скорости приливных течений по глубине океана — вот далеко не полный перечень тех вопросов, над решением которых работают сейчас ученые многих стран мира. В глубине гидросферы нашей планеты много тайн, еще не раскрытых наукой, и изучение приливов поможет раскрытию многих из них.

ПОИСКИ И НАХОДКИ

Если волны, вызываемые ветром, приводят в движение лишь поверхностные слои океана и при самом сильном шторме на относительно небольшой глубине в 100—150 м волновое движение частиц воды почти полностью затухает, то в противоположность этому, в приливных течениях участвует вся толща вод океана и лишь у самого дна, вследствие трения, скорости приливных течений резко падают. Как же прощупать и измерить приливные явления на всю глубину океанов и по всей необъятной морской акватории?

Измерение колебаний уровня в прибрежной зоне задача относительно несложная. В Советском Союзе с каждым годом расширяется сеть береговых гидрометеорологических станций со стационарными установками для наблюдения за приливными колебаниями уровня. Наиболее употребительные самописцы уровня моря — поплавковые мареографы системы русского механика К. К. Рорданца с некоторыми конструктивными изменениями. Внедряются в практику и новые конструкции самописцев.



Сложение лунных и солнечных приливов. Приливы наибольшие, если центры Луны и Солнца находятся приблизительно на одной прямой с центром Земли [положения I и IV], и наименьшие, если направления на Луну и Солнце составляют между собой прямой угол [положения II и III]

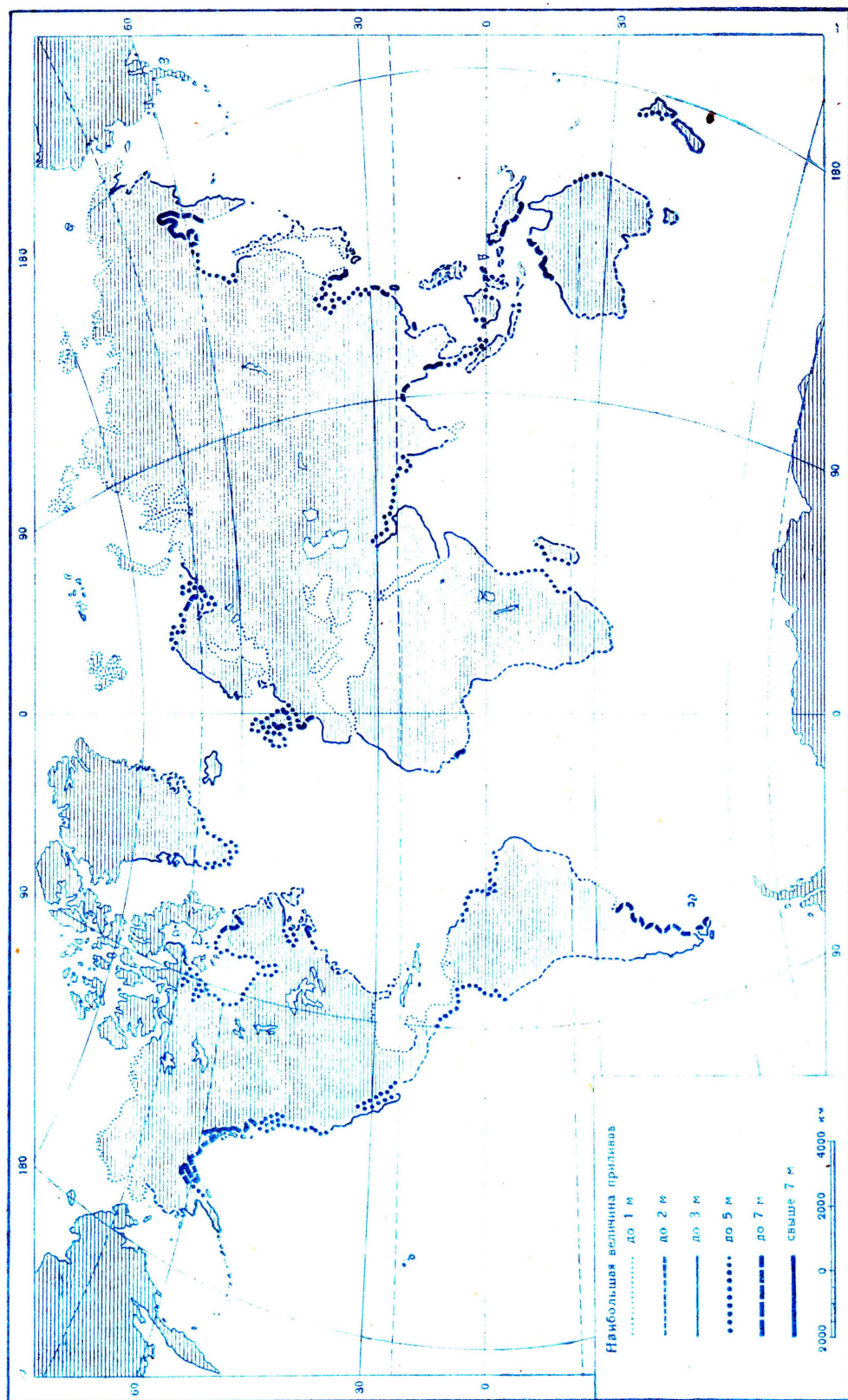
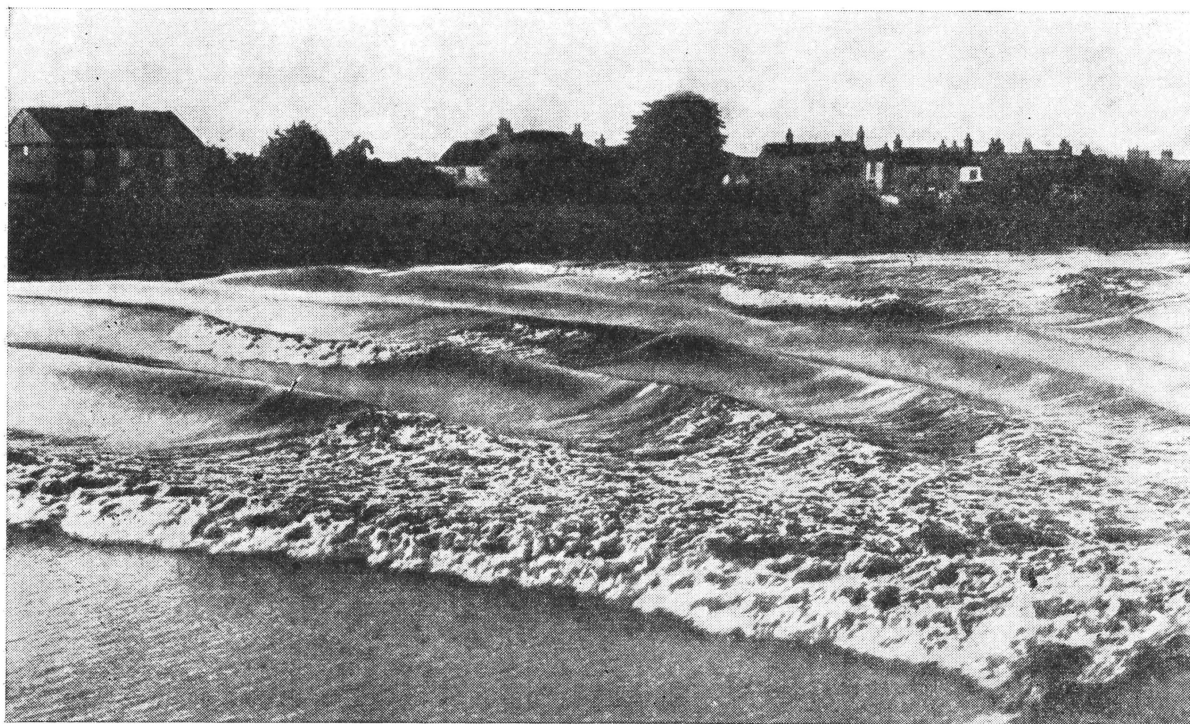


Схема географического распределения величин приливов [по карте А. И. Дуванкина]



Бор на реке Трент (Великобритания)

Значительно сложнее измерить колебание уровня в открытом море. Мареографы открытого моря эффективно работают только в пределах береговой отмели (до 400 м), а для измерения приливных колебаний уровня в глубоком море имеются лишь опытные образцы мареографов.

Измерение скорости приливных течений на больших глубинах в открытом океане, пожалуй, еще более сложная задача, трудность решения которой объясняется невозможностью создать в океане неподвижную систему координат. Если измерение вести с судна, опуская в глубину на тросе регистрирующий прибор, то полученные данные не будут иметь почти никакой ценности, так как само судно не стоит на месте, а перемещается под воздействием ветра, волн и поверхностного течения. Поэтому самописцы течений обычно устанавливаются на заякоренном бье, перемещения которого относительно невелики. Серийные самописцы, широко используемые в настоящее время, опускаются на глубину до 1,5 км.

Океанологи США для измерения глубинных течений применяют поплавки нейтральной плавучести, т. е. приборы, которые погружаются на заданную глубину и свободно перемещаются вместе с потоком вод. Перемещение этих приборов регистрируется с судов и позволяет судить о скоростях приливных течений.

Для измерения скоростей поверхностных течений с 1952 г. широко используются геоэлектромагнитные измерители. Скорости течений при этом измеряются на ходу судна, что дает возможность в сравнительно короткие сроки собрать обширную информацию о поверхностных течениях. Однако, чтобы получить материалы, пригодные для изучения приливных течений, нужны длительные наблюдения с обязательной привязкой к стационарному реперу, роль которого обычно выполняют автономные заякоренные буи.

Эти обстоятельства вынуждают производить большую часть исследований теоретическими методами. Совершенствование

средств вычислительной техники открыло здесь большие возможности. Необходимость создания теоретических схем, математических моделей приливных явлений, диктуется прежде всего тем, что прямое наблюдение за приливами в открытом океане, как уже было сказано, связано с большими трудностями.

Интегрирование уравнений движения приливных волн — весьма сложная математическая задача. Развитие волновых процессов происходит не в плоских бассейнах, а на сферической поверхности Земли. При этом необходимо учитывать силу Кориолиса, возникающую из-за вращения Земли. Наконец, задача усложняется тем, что очертания берегов имеют весьма причудливую форму.

Проблема интегрирования уравнений приливов привлекала внимание ряда выдающихся математиков XIX в. Значительных успехов достиг известный французский ученый А. Пуанкаре. В трудах советских математиков, посвященных общим вопросам интегрирования уравнений в частных производных, было существенно развито это направление исследований.

Другие ученые стремятся изучать общие закономерности распространения приливных волн путем схематизации задачи. Они берут за основу бассейны более простых очертаний, приближенно моделирующие конкретные бассейны Мирового океана. Подобный метод исследований был широко разработан в трудах советских ученых. Л. Н. Сретенский предположил, что бассейн ограничен кругом широты, и это позволило изучить приливы полярных районов. В частности, он определил, при какой глубине полярного бассейна наступает резонанс между колебаниями воды и полусуточной составляющей приливообразующей силы. Им же изучено влияние неоднородности воды на распространение приливных волн. В этом случае океан моделировался двумя сферическими слоями воды разной плотности.

Такие схемы позволили изучить распространение приливных волн в проливах постоянной и переменной глубины, распространение приливных волн при выходе из пролива в открытый бассейн. В частности, объяснены большие значения амплитуд прилива вдоль северного побережья Европы. Оказалось, что это увеличение амплитуд

приливных колебаний вызвано вращением Земли.

Применение расчетных методов позволило получать в короткий срок приближенные решения основных уравнений теории приливов. Весьма плодотворной в этом отношении оказалась идея Ганзена о применении численных методов интегрирования дифференциальных уравнений к конкретным задачам расчета приливов. Возможность применения вычислительных машин делает эти методы весьма перспективными.

Обычно на основе данных о распределении приливных характеристик по акватории бассейна строятся так называемые котидальные карты. На них наносятся линии, соединяющие пункты, где в один и тот же момент наступает полная вода. Такая карта дает картину положения гребней приливных волн в последовательные моменты времени (например, через каждый час). Для большинства морей, омывающих берега СССР, эти карты уже построены и по мере совершенствования методов расчета в них вносятся дополнения и исправления.

По идее В. В. Тимонова можно строить котидальные карты, анализируя движение частиц воды по орбитам на основе наблюдаемых или рассчитанных данных об уровне и течениях. В последние годы подобные методы использованы К. Т. Богдановым для построения котидальных карт основных полусуточных и суточных составляющих приливных волн Тихого океана и австрало-азиатских морей.

До сих пор большие трудности встречаются при попытках учета вязкости воды и изменения ее плотности по вертикали. Вязкость воды особенно сказывается на распространении приливных волн в мелководных бассейнах. Изменение плотности влияет на распределение скоростей приливных течений по вертикали и порождает вертикальные перемещения частиц в толще воды, иногда во много раз превосходящие амплитуду колебаний уровня поверхности океана. Эти перемещения играют большую роль в жизни обитателей океанских глубин.

ПРЕДВЫЧИСЛЕНИЕ ПРИЛИВОВ

Основоположниками научного подхода к изучению приливов заслуженно считаются Ньютон и Лаплас. В их фундаментальных работах даны основы физического объяснения этого явления. Ньютон создал так называемые

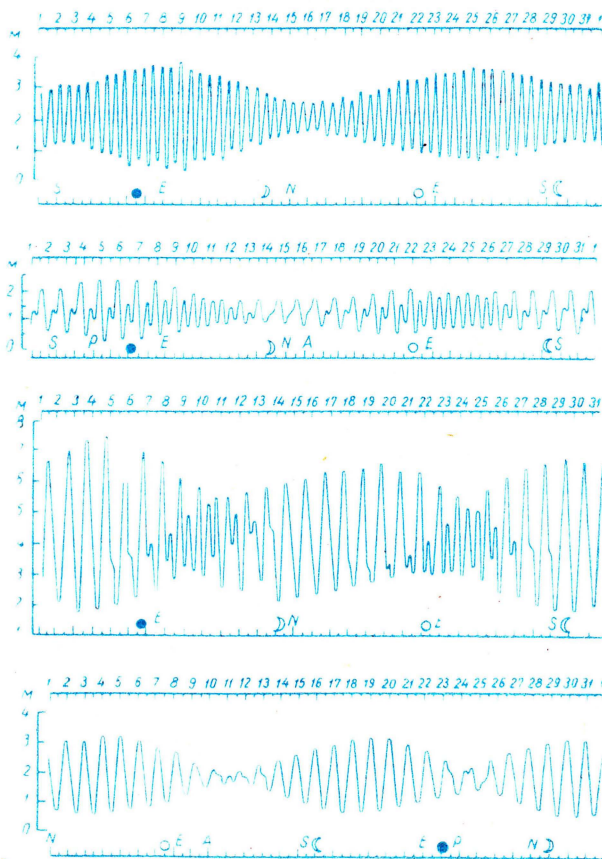
мую статическую теорию, которая позволила с помощью основных законов механики объяснить причины, вызывающие приливы и многие их особенности. Однако Ньютон, изучая колебания уровня моря, предполагал, что во всякий момент времени вода океана, сплошь покрывающего земной шар, находится в равновесии под действием приливообразующих сил Луны и Солнца и силы тяжести. Лаплас же рассматривал приливы, как волновое движение, при котором частицы воды не находятся в покое, а непрерывно движутся, описывая некоторые орбиты. Эта теория приливов названа динамической.

На основе статической теории Ньютона и динамической Лапласа возникли и развились практические методы предвычисления приливов, необходимые для судоходства. Ведь при прохождении относительно мелководных районов судоводители должны знать время наступления полных и малых вод, чтобы, используя прилив, миновать мели и другие опасные места. Известно, что во многие порты, расположенные в глубоких бухтах и устьях рек, крупные морские суда могут входить только во время приливов. Методы предвычисления приливов постепенно совершенствовались, и теперь мореплаватели имеют в своем распоряжении таблицы приливов, по которым уровень колебаний воды может быть определен для основных портов мира и для ряда пунктов прибрежной зоны с точностью до дециметра по высоте и до 10—15 минут по времени.

В предвычислении приливов обычно практикуется гармонический анализ, позволяющий выявить простейшие периодические кривые, из которых слагаются колебания уровня воды в данном месте. Затем, продолжая эти периодические кривые и складывая их, получают кривую колебания уровня на будущее.

Поясним это несколько подробнее.

Притяжение Луны и Солнца стремится, вообще говоря, вызвать прилив полусуточного характера. Согласно статической теории Ньютона, приливный горб образуется как на стороне Земли, обращенной к приливообразующему телу, так и на противоположной. Если бы Луна двигалась вокруг Земли точно по окружности и находилась все время в плоскости экватора Земли, то лунные приливы повторялись строго периодически — два раза за лунные сутки. Однако



Различные типы приливов за один месяц. Вверху — полусуточный прилив, внизу — суточный. В центре — запись неправильных приливов

Луна движется не по круговой, а по эллиптической орбите, наклоненной к плоскости экватора Земли, причем этот наклон периодически меняется. Таким образом, только из-за этих причин приливные колебания, вызванные воздействием на воды океана приливообразующей силы Луны, не будут строго периодическими. По подобным же причинам не могут быть строго периодическими и солнечные приливы. Если еще учесть, что приливные колебания происходят в результате наложения лунных и солнечных приливов, а также тот факт, что существенное влияние на приливные колебания оказывают местные условия (глубина океана, очертание берегов, положение места наблюдения относительно открытого океана и др.), то станет ясным, что кривая

записи приливных колебаний должна иметь весьма сложный вид.

В то же время эти кривые в силу определенных закономерностей происхождения приливных волн могут быть представлены в виде суммы ряда простейших периодических кривых — синусоид. Амплитуды синусоид и их фазы, т. е. положение кривой по отношению к некоторой начальной точке отсчета, могут быть для каждого пункта определены на основе анализа записей колебаний уровня в данном месте. Если эти величины, называемые гармоническими постоянными, найдены, то вычисление колебания уровня на любой срок вперед может быть выполнено путем сложения синусоид. Эта операция упрощается применением так называемых приливопредсказательных машин.

Количество составляющих даже простейших волн очень велико и для их определения требуется, вообще говоря, анализ длительного цикла наблюдений — полумесячного, месячного или даже годового. Однако опыт показал, что наиболее существенны те составляющие, период которых близок к суткам или полусуткам. Поэтому для многих пунктов вполне удовлетворительные результаты предвычисления приливов получаются при использовании от 8 до 10 гармонических составляющих волн, выделенных на основании обработки месячных или даже полумесячных циклов наблюдений.

Для ускорения обработки собранной информации стали внедряться методы, которые позволяют получать гармонические постоянные приливных явлений по упрощенной схеме, требующей всего одного или нескольких суточных циклов наблюдений. Такая возможность появилась, когда Дудсоном и Варбургом было предложено новое, исходное для гармонического анализа, представление приливных колебаний в виде суммы только четырех главных волн. Этот метод, называемый штурманским или адмиралтейским, позволил в относительно короткие сроки исследовать приливы дальневосточных морей Советского Союза.

Гармонический анализ приливов, конечно, нельзя считать универсальным методом. Он не дает положительных результатов при расчете приливов на мелководье, где приливная волна сильно деформируется и искажается.

Существенным шагом в совершенство-

вании практических методов предвычисления была разработка предложенного А. И. Дуваниным метода характеристики приливов по астрономическим признакам. В результате его применения в нашей стране с 1954 г. стали издаваться «Таблицы приливов постоянного действия». Таблицы позволяют по некоторым астрономическим признакам (время кульминации Луны и ее горизонтальный параллакс) определять основные приливные характеристики. Если прежние таблицы требовали ежегодного предвычисления и переиздания, то в новых таблицах от года к году меняются только входные астрономические данные, обычно публикуемые на несколько лет вперед.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИЛИВОВ

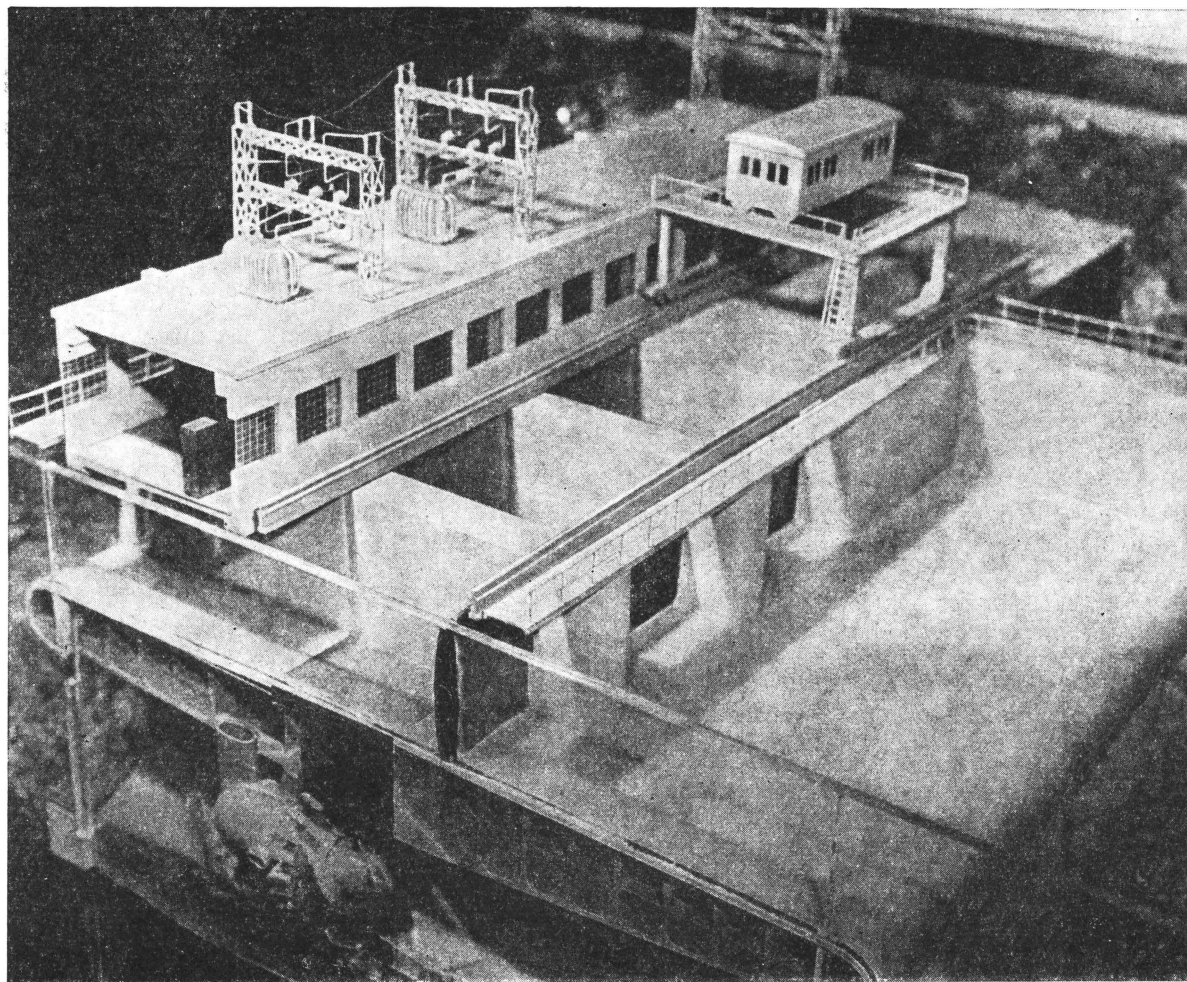
Эта проблема имеет важное народнохозяйственное значение.

Приливная волна несет огромные запасы энергии. О ее использовании давно задумывались инженеры и ученые. На побережьях Франции и Англии до сих пор сохранились и работают мельницы, построенные несколько веков назад в небольших бухтах, соединенных с океаном узкими проливами. Колесо, вращающее жернова, приводится в движение напором воды, которая вытекает при отливе в океан.

Мысль о создании приливных электростанций (ПЭС) пришла много позднее. Ее вызвали к жизни «астрономические» цифры энергии приливов. Однако на пути к осуществлению многих сотен проектов, предложенных в разных странах, стояли непреодолимые трудности.

Дело в том, что у большей части побережья колебания уровня не превышают 1—2 м, а там, где приливы высоки, не всегда рельеф местности удобен для создания плотины, замыкающей бассейн большой вместимости.

Но даже, если найдены места, удобные для строительства приливных электростанций, возникают другие затруднения, связанные с постоянными изменениями величины приливных колебаний, сменой приливных течений на отливные, необходимостью пропускать через турбины огромные массы воды, чтобы компенсировать недостаточно большой напор и т. д. И тем не менее первые приливные электростанции, к строительству которых приступили французы (в Абер-



Один из макетов советской приливной электростанции

Врак), англичане (в устье реки Северн) и американцы (в бухте Кводди), были широко разрекламированы. А потом строительство этих ПЭС приостановилось. Оказалось, что энергия, получаемая от таких станций, обходится очень дорого и главное мощность ПЭС меняется вместе с изменением величины прилива в течение суток и месяца.

Дорогим удовольствием оказались и попытки преодолеть эту внутримесячную пульсацию мощностей ПЭС с помощью насосных систем.

Расчеты показывают, что приливные электростанции эффективны только в системах с тепловыми и гидроэлектростанциями. А это оказалось невозможным в условиях

конкуренции между различными энергокомпаниями на Западе.

Приливные станции могут оказать очень существенную помощь гидростанциям в восполнении их энергетического баланса, особенно в утренние и вечерние часы пик. Во время сизигий (максимумов приливной волны), когда ПЭС работает с наибольшей мощностью, ГЭС будет снижать отдачу энергии, экономя воду своего водохранилища. А потом эта сэкономленная вода будет использоваться для компенсации мощности ПЭС во время спада ее деятельности в межсизигийный период. Эту работу в состоянии выполнить даже небольшие водохранилища гидроэлектростанций.

В последние годы идея использования энергии прилива снова привлекла к себе внимание на Западе. Причины здесь и во вновь открытых возможностях ПЭС, о которых сказано выше, и в росте энергетических потребностей. По данным Европейской экономической комиссии ООН, собственные энергетические ресурсы Западной Европы удовлетворяют в 1975 году только 60 процентов потребности в электроэнергии.

Во Франции закончено строительство ПЭС на 320 тыс. квт, в Англии возобновлен проект Северн на 80 тыс. квт, в США — межнациональный вариант станции в бухте Кводди, в Аргентине строится ПЭС в Сан-Хосе мощностью 600 тыс. квт.

Советскому Союзу не угрожает энергетический голод. Тем не менее идея использования энергии приливов давно уже претворяется в жизнь. В институте «Гидроэнергопроект» разработаны проекты приливных электростанций в заливах Кольского полуострова и Белого моря.

Приливной потенциал одного Мезенского залива равен 65 млн. квт · ч в год на квадратный километр. Высота его прилива меньше, чем в Атлантике, но если огородить плотиной достаточно большую площадь залива, то здесь можно построить самую

мощную ПЭС в мире (14 млн. квт). Ее проект уже готов.

Читателям, которые интересуются этим вопросом, рекомендуем обратиться к содержательной книге Л. Б. Бернштейна «Приливные электростанции в современной энергетике». Автор предлагает различные схемы комплексов энергетических систем, позволяющие эффективно регулировать энергоотдачу в соответствии с пиковыми нагрузками всей системы. Созданная по наиболее простой схеме однобассейной установки двустороннего действия приливная электростанция может использовать до 34% энергии прилива.

В Советском Союзе уже строится первая опытная приливная электростанция в губе Кислой. Предполагается сооружение Лумбовской (340 000 квт), Кулойской (500 000 квт), Мезенской устьевой (1,3 млн. квт) приливных электростанций.

До осуществления этих смелых проектов придется еще провести большой комплекс исследований по выяснению возможных изменений характера приливов, созданию способов борьбы с заиливанием, приостановкой размыва берегов и т. д. Но несомненно, что использование огромных запасов приливной энергии скоро станет актуальной задачей.



«УЛИТКА» И ЕЕ ВОЛОКНА

Планетарная туманность в Волокне NGC 7293, которую часто называют Хеликс или Улитка, раньше считалась самой большой по своим видимым угловым размерам и самой близкой. Сейчас она немного уступает по размерам одной или двум другим планетарным туманностям, но они значительно слабее и совсем не изучены.

Во всяком случае, кольцеобразная туманность Хеликс одна из ближайших к нам. Ван Маанен около полувека назад нашел, что ее годичный тригонометрический параллакс равен 0",04.

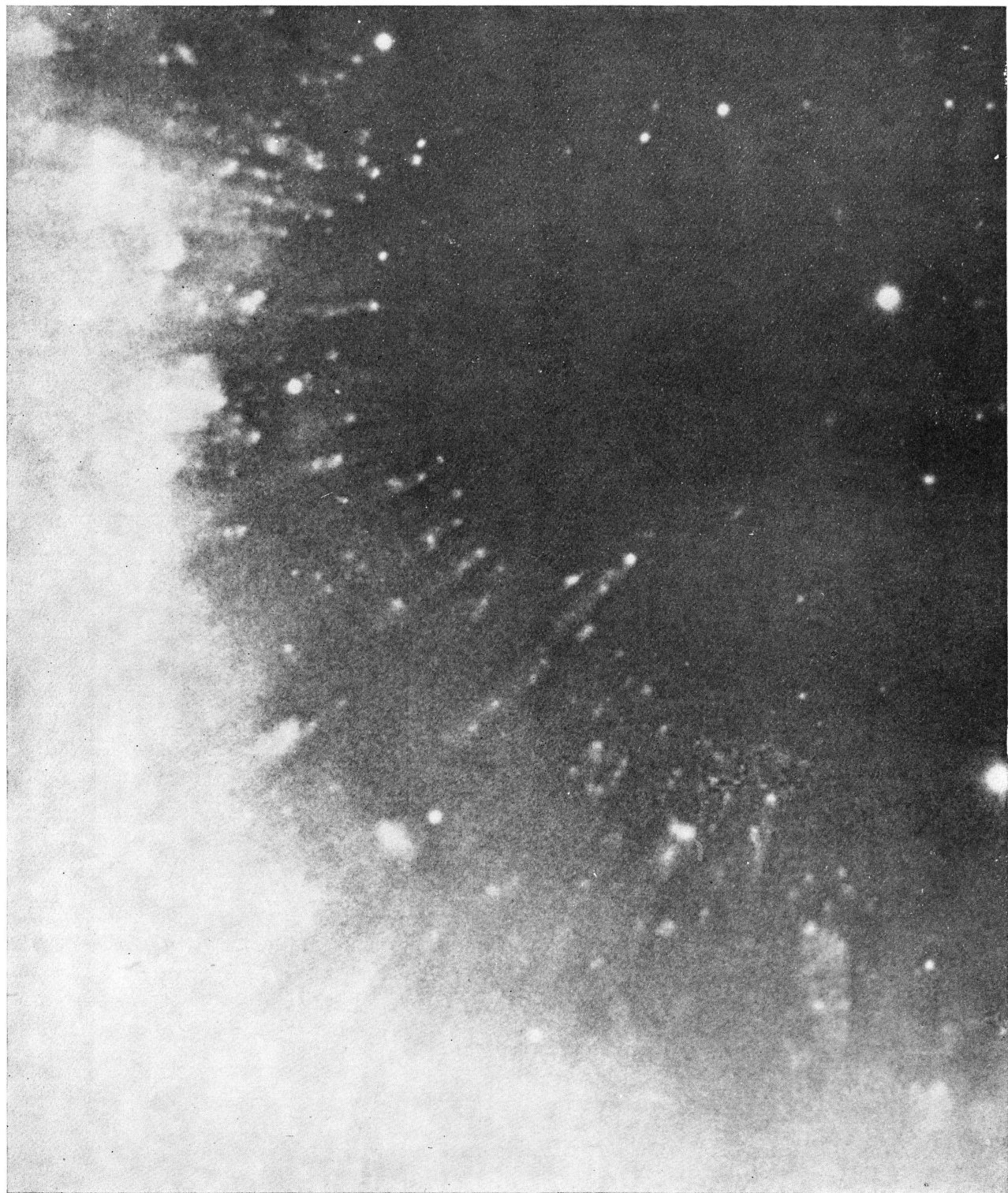
Это соответствует расстоянию 25 парсек или около 80 световых лет. Вероятно, истинное расстояние значительно больше.

Г. А. Гурзadian, исследуя фотографию, полученную им на Бюраканской обсерватории в лучах H_{α} , определил все основные характеристики туманности NGC 7293. В частности, суммарная яркость ее 9,9 звездной величины, диаметр 54 000 а.е., масса оболочки — 0,025 массы Солнца, температура ядра 70 000°.

На вклейке мы воспроизводим фотографии туманности в лучах H_{α} , полученные В. Бааде на 200-дюймовом телескопе в 1954 г. Помимо других деталей структуры, на фотографиях видны тончайшие, строго радиальные волокна, открытые Бааде еще в 1938 г. Они не только не получили еще никакого объяснения, но не были изучены даже внешне.

Волокон видно около сотни, но их в яркой части могут быть тысячи. Они очень однородны по толщине — от 1" до 1",5, т. е. около 150 а.е. Длина волокон около 300 а.е. Таким образом, волокна неизмеримо больше солнечных протуберанцев. Каждое волокно совершенно прямое, обычно, направлено строго на ядро и неизменно заканчивается сгустком. Такие образования, вероятно, общи для всех кольцеобразных планетарных туманностей. Пространственная структура их до сих пор дискуссионна. Есть доводы в пользу того, что это тор («бублик»). Другие доводы существуют в пользу того, что это сферическая оболочка, разреженная внутри. Поэтому неизвестно, расположены ли волокна, как спицы в колесе, или идут по всем направлениям. По видимому, первое более вероятно.





Происхождение волокон совершенно загадочно. Если это выбросы из ядра, подобные корпускулярным солнечным потокам, то непонятно, почему они не видны ближе к ядру и почему обращены к нему своими سطухами. Это могли бы быть потоки газа, почему-то текущие к центру вдоль силовых линий магнитного поля. Но такое строго радиальное расположение силовых линий магнитного поля, связанное с ядром, едва ли возможно. Кроме того, известно, что планетарные туманности расширяются, т. е. газы оболочки удаляются в общем от ядра, а не приближаются к нему.

Возможно, что оболочка образуется за счет накопления и рассеивания последовательно выбрасываемых волокон в периоды активности ядра. Перерывы в выбросе корпускулярных потоков объяснили бы наблюдаемое отсутствие волокон ближе к ядру. Оболочка может тормозить дальнейшее движение волокон наружу. Если это так, то оболочки планетарных туманностей следует рассматривать как образование динамическое, а не как результат спокойного отделения их от ядра.

Б. А. Воронцов-Вельяминов,
профессор

НОВОЕ О ПЛУТОНЕ

28—29 апреля 1965 г. ожидалось покрытие Плутоном слабой звезды. Однако специальные фотозлектрические наблюдения, проводившиеся на 12 обсерваториях Северной Америки, не обнаружили даже малейшего ослабления блеска звезды. Это означает, что видимый радиус диска Плутона меньше минимального углового расстояния центра диска планеты от звезды.

Это расстояние определено по измерениям серии фотографий, сделанных на Флагстафской и Ликской обсерваториях. Оно оказалось равным $0'',125 \pm \pm 0'',008$ (Флагстафская обсерватория) и $0'',094 \pm \pm 0'',020$ (Ликская обсерватория). Естественно считать, что это минимальное угловое расстояние и является верхним пределом углового радиуса Плутона, диаметр которого, следовательно, не превышает 4400 ± 950 км.

Что нам было известно о Плуtone до сих пор? По гравитационным возмущениям движения Нептуна и Урана удалось определить массу Плутона, составляющую $1 \pm 0,25$ массы Земли. Из-за удаленности Плутона, его диск неразличим даже в самые телескопы. Однако диаметр Плутона был все-таки измерен Койпером в 1950 г. на 5-метровом рефлекторе. По Койперу, диаметр Плутона равен 5700—5800 км. Зная массу и размеры планеты, можно было легко определить ее среднюю плотность, которая оказалась более 50 г/см^3 ! Между тем, вряд ли плотность вещества Плутона превышает плотность вещества Земли. Поэтому в 1951 г. американские ученые предприняли специальное лабораторное исследование видимых размеров искусственных дисков с различными отражательными свойствами поверхности. Основываясь на этом, они объясняли малый видимый диаметр Плутона частично зеркальным отражением его поверхности. Тогда истинный диаметр Плутона мог оказаться больше видимого.

Теперь после «несостоявшегося» покрытия слабой звезды Плутоном ясно, что маленький диаметр планеты — реальность.

Новое определение верхнего предела диаметра Плутона позволяет оценить вероятный верхний предел массы планеты. В Институте физики Земли АН СССР автором было рассчитано на электронно-вычислительной машине изменение средней плотности Земли в стадии роста. При этом предполагалось, что мантия и ядро Земли имеют одинаковый химический состав. Согласно полученной зависимости средней плотности от массы, тело диаметром 4400 км и такого же состава, как Земля, должно иметь среднюю плотность $3,6 \text{ г/см}^3$ и массу 0,027 массы Земли. Это значение можно рассматривать как верхний предел массы Плутона.

Будущие наблюдения позволят увереннее определить массу Плутона. Если видимые возмущения Урана и Нептуна реальные (невероятно, что это случайные ошибки!), то для их объяснения, по-видимому, требуется, кроме Плутона, еще и другое возмущающее тело.

С. В. Козловская



НОВОЕ В ИЗМЕРЕНИИ РАССТОЯНИЙ

В научно-исследовательской лаборатории Военно-воздушных сил США в Бедфорде (штат Массачусетс) были сделаны успешные попытки зондировать импульсами лазерного луча искусственный спутник Земли («Эксплорер-XXII») и сфотографировать специальной камерой на земле отраженный луч. При этом использовался рубиновый лазер с энергией 250 джоулей в импульсе. Лишь 10^{-17} части этой энергии было достаточно для освещения пленки. При использованной длине волны 6935 Å это соответствует приблизительно 18 000 фотонам. Дальнейшая разработка использованной техники позволит проводить геодезическую триангуляцию на большие расстояния.

«Umschau», 20, 1965.

80 ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЗА СУТКИ

В западной части Йеллоустонского национального парка (штат Вайоминг) геологической съемкой США установлена сеть высокочувствительных сейсмографов. В течение двух месяцев ею зарегистрировано свыше 500 слабых землетрясений, в том числе 80 — за одни сутки.

Этот район известен своей сейсмической активностью. Здесь в августе 1959 г. произошло разрушительное землетрясение.

«Science News Letter», 88, 1965, 40.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ НАРОДОВ ДРЕВНЕГО ВОСТОКА

А. Х. ХРГИАН,
профессор

Вместе с астрономией наука об атмосфере была, вероятно, одной из наиболее старых частей человеческого познания природы. Как движение звезд и Солнца, так и согласный с ними годовой цикл погоды, смена ветров, движение облаков, то более плотных и приносящих осадки, то может быть исчезающих вовсе, давно были предметом наблюдений человека. Они позволили ему впервые сформулировать приметы погоды, изучать ее ход и приспособить к нему свое несложное земледельческое хозяйство.

Почему нас интересует метеорология древних народов?

Прежде всего, нас интересует, как складывалась и развивалась наука. Далее, нас интересует, как развивались у человека далекого прошлого сознание, наблюдательность, умение видеть и обобщать замеченное им в природе. Иногда нам удается узнать, как на более поздних ступенях истории шла борьба между рациональным познанием и верой в божественный произвол в явлениях природы. Наконец, нам могут быть полезны сведения о том, как менялся климат на протяжении тысячелетий в разных странах мира и как можно систематизировать и использовать старые наблюдения народа, собранные и сохраненные в эпической и религиозной литературе. Как мы покажем ниже, эти наблюдения могут иметь значение и для исторической науки.

В легендах многих древних народов Европы и Азии часто проходит красной нитью идея борьбы света и тьмы, — по существу, борьба лета и зимы, времени жизни и времени смерти, Солнца и мрака. Таковы сказания о борьбе Белобога и Чернобога у славян, Бальдура и Локи — у древних германцев.



Это противопоставление можно проследить и в «Зенд-Авесте» древних персов, где противником Солнца — Ахура-Мазды выступает Ангра-Майнью или Ахриман (Ариман) — демон зла, живущий где-то на севере, в бесконечном мраке, и сотворивший себе шесть злых помощников — Дэвов. Однако и в этом круге идей климат иногда накладывает свой отпечаток. Так, например, Коран, составленный древними арабами около VI в. н. э., возник в стране, где слишком много солнечного света, где его палящие лучи далеко не всегда благотворны и несут жизнь. Поэтому Коран обещает в награду верующим, как высшее благо, сады, тень и воду.

Среди памятников мировой литературы, сложившихся, а затем и записанных в эпоху глубокой древности, есть такие, где явления окружающей природы отображены весьма кратко, и такие, где им уделено большое внимание. Вероятно, самое большое количество описаний атмосферных явлений мы находим в изложенных на древнесанскритском языке индийских «Ведах» («Веда» означает «знание»). Из четырех «Вед» для нас наиболее интересна самая старая из них и, так сказать, ближе всех стоящая к природе «Риг-Веда» (точнее, «Рг-Веда»), восходящая, вероятно, к XI—XIV вв. до н. э. [1].

Чтобы правильно истолковать высказывания «Риг-Веды», нужно учесть две важные черты исторической и географической обстановки.

1. В северо-западной Индии III—II тысячелетий до н. э. существовала богатая культура народа неизвестного происхождения, оставившего нам развалины великолепных городов (раскопки близ Мохенджодаро и Хараппы в современном Пакистане). Он исчез во II тысячелетии, уступив свое место неизвестным пришельцам, сложившим «Веды». Пришельцы называли себя «арья» («агуа»*), что означало тогда «земледелец» (ср. старославянское «оратай» и старофранцузское «araire» — соха), и не строили больших городов. Многие примеры, такие как имя бога огня Агни (латинское «ignis», латышское «ķiguns» и пр.), доказывают тесное родство языка этих пришельцев с европейскими языками.

2. В то время, как для умеренного климата Европы типична смена холодной зимы и теплого, дождливого лета, а для среднеазиатского климата — дождливая зима и сухое лето, в Индии имеется три типичных сезона. Это — засушливая весна (санскрит. «Васанта») и знойное лето, продолжающееся с мая до июня, дождливый период мус-

сона — до сентября, и сухая зима (санскрит. «Хеманта», ср. греческое « χειμὼν »). Муссонные облака и дожди в Индии приходят в июне почти внезапно, как бы мощной волной, сперва на западное и восточное побережье Индостана, распространяясь позднее на север материка, ослабевая по пути. В период муссона бывает до 60 дней с грозой, а град так силен, что, например, в Хайдерабаде в 1939 г. он разрушил до 700 домов. Вероятно, из-за этой особенности климата в «Ведах» нет дуализма, нет противопоставления богов, олицетворяющих Солнце и тьму.

Смена засухи и муссона очень картинно описана в «Ведах». Старейший властитель грома Парджанья (ср. Перун древних славян) пригонял такие густые тучи, что наступал мрак даже среди бела дня. К Парджанье было обращено воззвание «...реви, греми, оплодотвори, облетай нас на твоей нагруженной водой колеснице. Сильнее натяни наклоненные вперед плотно укрепленные мехи с водой». (Очевидно, грозовое облако с наклоненной вперед вершиной, так называемой наковальней.)

Самая большая борьба, однако, идет у младшего бога грома — Индры с демоном засухи Вритрой (санскрит. «vṛti» — скрывать). Последний старается спрятать дождь, не дать ему излиться из туч. Действительно, иногда приход муссона запаздывает на несколько недель и тогда засуха и голод поражают Индию. Про Индру «Риг-Веда» говорит «...ты разверз облака... ты дал богатство и пищу... когда ты поверг Вритру-разрушителя». Последнего Индра погрузил в долгий сон, вероятно, до следующего засушливого сезона. Интересно описание и того, как гроза «...вихрем вздымает пыль...» Мы знаем, что в Иране и северо-западной Индии холодный грозовой фронт часто сопровождается пыльными бурями.

Много веков позднее путь муссонного дождевого облака от Какинады на восточном побережье Индостана, через Амракантак, Уджайн, Деогарх к истокам Ганга и снежным вершинам Кайласа и Нанда-Дэви описал индийский поэт Калидаса в поэме «Облако-вестник» (V в. н. э.) [2] (рис. 1 и рис. 2). Этот подробный рассказ дополнен описаниями ночных гроз и молний («вспыхивающих золотой чертой по камню»), радуги, оттеняющей синеву облака, пахоты, начинающейся с его приходом, и т. д. И наблюдательность народа, и его умение собрать и объединить сделанные в разное время и в разных местах наблюдения здесь бросаются в глаза. Рассказ Калидасы о муссоне вполне соответствует описаниям современных метеорологов.

Историки поставили еще одну проблему, в которой замечания о погоде, содержащиеся в «Ведах», должны сыграть большую роль. Откуда при-

* Это самоназвание встречается и в «Зенд-Авесте».

шли арии? Откуда они принесли язык, названия сезонов, имена божеств и др., близкие к греческим, латинским и славянским? Известный историк, общественный деятель и борец за освобождение Индии от английского владычества Бал Гангадхар Тилак (1856—1920 гг.) полагал, что «Веды» были составлены частично до 4000 г. до н. э. [3]. Имеющиеся в них упоминания о созвездиях, восходящих в день весеннего равноденствия, позволили Тилаку утверждать, что в этот день в ту эпоху Солнце находилось в созвездии Ориона. Зная скорость прецессии земной оси и соответствующую скорость движения точки равноденствия, Тилак попытался оценить давность этого события. Позднее Тилак выдвинул гипотезу об «арктической родине индусов» [4]. Он считал, что упоминание о «долгом сне», о шестимесячных «долгих, мучительных сумерках» в «Ведах» относятся к полярной ночи или к длинной зиме. По Тилаку, греки, индусы и персы покинули их общую северную родину около 2500 г. до н. э. По мере движения их на юг, зимы становились короче, о чем, как полагал Тилак, свидетельствуют относящиеся к более поздним векам части «Вед».

Мы знаем, однако, что большая часть упоминаний о погоде в «Ведах» говорит о смене засухи и муссонных дождей — смене, типичной как раз для Индостана, где как будто были составлены «Веды». Нет в них и упоминаний о дождливой зиме Средней Азии, хотя, например, и упоминается река Кабул, текущая в современном Афганистане. Вместе с тем, проблема доисторической родины индусов несколько неожиданно может быть освещена с другой стороны. Для этого нам нужно обратиться к другой старой книге, интересной для истории науки.

Речь идет о древнеперсидской «Зенд-Авесте», приписываемой мудрецу Зороастру (Заратустре) — лицу хотя и историческому, но относящемуся к не очень точно определенной стране и эпохе между 1000 и 600 гг. до н. э. [5]. До нас дошли две части «Авесты» — «Ясна», «Вендидад» (закон) и ряд гимнов — яшт. «Авеста» написана на зендском языке, близком к языку «Вед», и, вероятно, как и они, складывалась в течение длительного времени. Кроме языка и названий многих божеств и явлений природы (например, заря «Ушахина» в «Авесте», «Ушас» в «Ведах»; им соответствует «Эос» у Гомера), обе книги объединяют многие черты — поклонение Солнцу, — Ахура-Мазде «Авесты», «бессмертному, сверкающему, летящему на быстрых конях», поклонение священному опьяняющему напитку Хаома (Сома в «Ведах»), изготовляемому из сока горного растения, и т. д. Если народы, создавшие обе книги, и были некогда в тес-

ном контакте, то позднее они разошлись и судьбы их культур были различны. «Авеста» проповедует тот дуализм, о котором мы говорили в начале статьи, противопоставляя Солнце демону Ахриману, живущему где-то на севере. «Авеста» требует поклонение Воде («...в честь доброй Воды, хорошо орошенных растений, облаков...»), которой были посвящены семь глав «Ясны». Дуализм — противопоставление гениев добра и зла, рассказ о божестве, передавшем свои заветы мудрецу Заратустре, почитание собаки, охраняющей дом и стадо скотовода-ария, существенно отличает «Авесту» от «Вед», которым они чужды. Столь же чужд «Ведам» и рассказ о всемирном потопе — в «Вендидаде» в гл. II сообщается как Йима (авестийский эквивалент библейского и финикийского Ноя), узнав о близящейся суровой зиме и о потопе, построил огромный подземный дворец (var) и спас там людей и родоначальников всех видов растений и животных.

«Авеста», хотя и более бедная, чем «Веды», упоминаниями о конкретных явлениях природы, свидетельствует тоже о тонкой наблюдательности

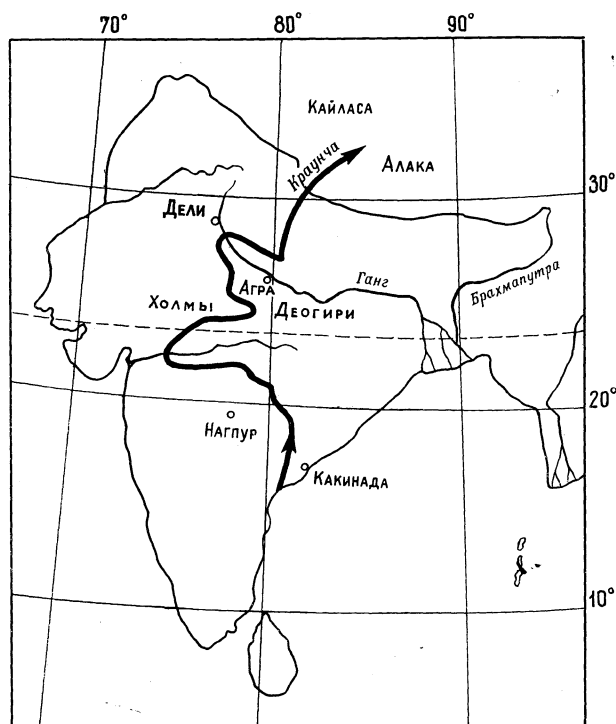


Рис. 1. Путь муссонного облака (жирная линия), восстановленный по тексту поэмы «Облако-вестник» Калидасы

земледельческого народа древней Персии. Он знал, что «благие воды», текущие обычно с высоких гор, являются творением Солнца — Ахура-Мазды, «верны его законам». Упоминание о том, что гений полдня Rapithwina, олицетворяющий дневной жар, летом живет на земле, а зимой — под землей, отражает то наблюдение, что зимой почва в глубине гораздо теплее воздуха. Квалификация воды, как «...священной, которая умножает свои дары,... стада, имущество, богатство, умножает всю страну» («Ясна», гл. 65) несомненно свидетельствует о засушливом климате родины Заратуштры. В упомянутом описании потопа рассказано о суровой зиме, когда «снег падал большими хлопьями в одну ступню». О холодном климате мы имеем весьма определенное указание и там («Ясна», гл. 1), где повествуется, что лето включает 7 месяцев, а зима — 5, что косяба травы начинается в период года (называемый Maidhyôî-shema) на 105-й день после равноденствия, т. е. 4 июля по нашему счету, а сезон жатвы заканчивается 16 сентября. Эта точная хронология, вероятно, свидетельствует не только о внимательном, но и о длительном наблюдении. Нет сомнения, что «Авеста» была составлена в стране не только с более сухим, но и с более холодным и суровым климатом по сравнению и с Индией и со странами Средней Азии, где сенокос и жатва заканчиваются уже в июне.

Особый интерес для нас представляет восьмой яшт «Зенд-Авесты», гимн, посвященный Тиштрии (Тиштар) — яркой звезде Сириус, которая в представлении тех времен была как бы предводителем всего звездного сонма. Мы там читаем (стих 8—9): «Тиштрия, великолепная и славная звезда... заходит в вместилища моря Юру-Каша (океан, омывающий Землю),... поднимает там воды и над ними дуют могучие ветры. И Сатаваза (повелитель всех звезд Юга) гонит эти воды к семи Каршварам (области родины Заратуштры) и, придя туда, он останавливается, прекрасный и приносящий радость странам, которые будут иметь хороший год». Далее описывается весьма подробно, со многими повторениями, как с юга идут облака, гонимые следующими за ними ветрами, идут дожди, тучи, град, и как «Апам-Напат вместе с могучим ветром распределяет эти воды над вещественным миром». Под именем Апам-Напата следует понимать «огонь, вышедший из воды», т. е. молнию.

Эту легенду легко расшифровать: когда Солнце заходит в моря, оно оттуда поднимает водяные пары, и южные ветры приносят в страну Заратуштры дождь и грозы. Мы можем подсчитать, что в наше время Сириус заходит вместе с Солнцем (после этого дня он уже не виден и его заход нельзя наблюдать) на широте 40° — 31 мая, 30° —



Рис. 2. Индия. Муссонное облако у вершин Нанга-Парбат (8134 м) в Западных Гималаях

9 июня. Поэтому можно было бы подумать, что гимн Тиштрии описывает, как и «Веды», вторжение муссонных дождей где-либо в северной Индии, где они появляются действительно во второй половине июня или в июле. Если вспомнить, однако, явление прецессии (на котором основывал свои расчеты Тилак) и тот факт, что за 800 лет до н. э. точка весеннего равноденствия была более чем на 30° восточнее ее современного положения среди звезд, можно найти, что в то время Сириус заходил одновременно с Солнцем соответственно 2 и 9 мая. Теперь мы должны выяснить, когда же бывает максимум осадков в местах, претендующих быть родиной «Зенд-Авесты». В Джаске (Южный Иран) он наступает в январе, в Исфахане и Тегеране — в марте, в Нахичевани и Ордубаде — в

апреле и далее к северу — в Карабахе и во всей Армении — в мае месяце. Таким образом, дожди после захода Сириуса несомненно указывают именно на эту часть Кура-Араксинского междуречья, как на родину легенд «Зенд-Авесты» и, главное, снова подтверждают наблюдательность человека той эпохи, умевшего подводить итоги длительным наблюдениям движения светил и столь изменчивых явлений, как осадки.

Большое значение имеет и начало главы 1 «Вендидада», может быть, более позднего происхождения, чем другие части «Авесты». В этой главе перечисляются одна за другой страны, которые, как предполагается, последовательно сотворил Ахура-Мазда. Здесь же перечисляются и те несчастья, которые он послал этим странам. Первой из них была родина предков Заратустры Airyanem Veso, Agha более поздней персидской и греческой литературы, соответствующей современному Карабаху. Имя этой страны нам опять напоминает о земледельцах-арьях и о том, что они, может быть, пришли именно отсюда. «Бичом» этой страны были «водяная змея» (побережья Аракса известны множеством змей) и «зима, сотворенная Дэвами». Второй страной была Сугда (Согдиана греков, современная область Самарканда), третьей — Моуру (Мерв) и т. д. Последние пятнадцатая и шестнадцатая страны в этом перечислении были Хапта-Хинду (Сапта-синдхавас «Вед»), т. е. Семиречье Индии (теперешний Пенджаб), страдающее от «безмерной жары», и Ранья — область нижнего течения Тигра.

Историки нередко видели в этом перечислении более поздний рассказ о странствии народов, соз-

давших «Авесту», ушедших с их далекой северной родины, расставшихся затем с предками европейских народов и расселившихся на юго-востоке в Индии, и на юго-западе. Там они встретились с культурой семитических народов и узнали, например, легенду о Ное. Это представление в некоторой степени гармонирует с идеями Тилака об арктической родине («бесконечном мраке», жилище Ахримана) индусов. Вероятно, сам Тилак и не пользовался материалами «Авесты». В этом отношении еще интереснее упоминание последней о том, что в «Айрианем» наблюдаются «десять месяцев зимы и два — лета. И эти месяцы холодны для воды, холодны для земли, холодны для растения... Там свирепствует зима, там она самый худший бич». Такой климат был бы гораздо холоднее, чем климат Карабаха, и типичен, скорее всего, для северного Урала.

Однако комментаторы «Авесты» (Дармстетер) полагают, что это упоминание о десятимесячной зиме является позднейшей вставкой. Таким образом, вопрос о том, откуда начались странствия народов, о судьбах которых повествуют «Веда» и «Авеста», пока еще неясен, хотя путь их несомненно пролегал через Закавказье и Среднюю Азию и привел их оттуда далеко на юг.

Весьма обширно было культурное наследие, сложившееся в средние века на Среднем Востоке и дошедшее до нас в трудах великих арабских, таджикских и персидских ученых. Они в значительной мере восприняли традиции античной культуры, греческой и римской; так, например, Бируни (972—1048 гг. н. э.) в «Памятниках минувших поколений» [6], тщательно сопоставив спосо-

Таблица 1

Век н. э.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
А. Наводнения	18	15	5	18	10	13	31	34	36	41	56	43	57	24	43	67
Б. Засухи . . .	35	25	41	37	41	43	41	43	64	69	58	77	60	54	84	82
В. Число суровых зим в Китае . .	—	—	—	—	19	11	9	19	11	16	24	25	35	10	14	—
Г. Число суровых зим в Европе	—	—	—	—	—	—	—	11	11	16	25	28	24	20	24	—

Столетие	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XIX
Зацветание, апрель	11,3	11,8	18,4	17,5	15,4	17,4	13,1	17,0	12,4	12,4

Среднее за 10 столетий — 14,8 апреля

бы счета времени (хронологии) народов Запада и Востока, цитировал далее древнегреческие парапегмы, содержавшие записи о погоде и ее календарных приметах. В эту эпоху начало складываться и рациональное физическое представление о причинах атмосферных явлений, которое было одной из больших заслуг науки этого периода. Так, Ибн Сина, уроженец Бухары (980—1037 гг. н. э.) в «Даниш-Намэ» ([7], стр. 254) писал, что «...когда пар поднимается с места нагревания, его движение бывает медленным, а когда пар доходит до холодного слоя воздуха, то холод его сгущает, потому что холод быстро действует на пар... когда пар земли сгущается, то становится облаком» и что «частицы облаков бывают тонкими и слабыми». Далее, он учил, что «Когда ветер собирает пар в одно место — он превращается в воду и падает вниз» ([7], стр. 255). Это место «Даниш-Намэ» уже явно противоречит Корану, гласившему, что «бог посылает ветры и они гонят тучу; он расширяет ее по небу, сколько хочет...» и т. д. Ибн Сина знал, что «грозу можно видеть и можно слышать. Гром ви́ден в одно время и слы́шен в другое, после того, как совершит движение в воздухе и постепенно дойдет до слуха» ([7], стр. 255) и т. д. Его современник араб Абу Али аль Хасан (965—1039 гг. н. э., Альгацен в латинской транскрипции) создал важные исследования по оптике, в том числе подробное учение об атмосферной рефракции и сумерках и даже оценил по последним высоту атмосферы. Бируни ([6], стр. 282) знал, что «у паров есть граница, до которой они доходят, но не переходят ее». Он представлял, следовательно, что верхние слои атмосферы сухи и безоблачны, что пар удаляется, прежде чем дойдет до них, и т. д.

Мы не будем останавливаться подробнее на этом периоде, когда ученые Востока и Запада вместе закладывали основы современной физики и метеорологии. Идеи их уже относились к новому периоду развития индуктивных наук.

Нас интересует здесь еще одна область творчества человека Востока — те исторические сочинения и хроники, которые содержат сведения о выдающихся явлениях погоды и могут помочь изучить вековые колебания климата. В этой области

историки уже много содействовали исследованиям геофизиков. Хроники не только сообщают нам перечень засух и наводнений и т. д., но и включают рассказы, свидетельствующие об острой наблюдательности человека давних эпох. Так, «Московский летописный свод» содержит помеченное 15 апреля 1470 г. описание сложного и красивого гало «...явился круг на небеси, единым краем посреди неба, а другие спустился к западу... и внутри чрвлено, а около зелено до половины круга того вверх по краям... а под кругом тем две дуги тем-же образом, извне зелено, а внутри чрвлено». Наблюдались в это время и три ложных солнца, которые постепенно сблизились и т. д.

Обращаясь снова к записям Востока, мы находим многочисленные сообщения о стихийных бедствиях в Китае, собранные в китайских хрониках от Танской (618—907 гг. н. э.) до Минской (1368—1644 гг. н. э.) династий. Чжао Цзю-чжан систематизировал [8] эти данные за период со II по XVI вв. (таблица 1), рассмотрев число сообщений

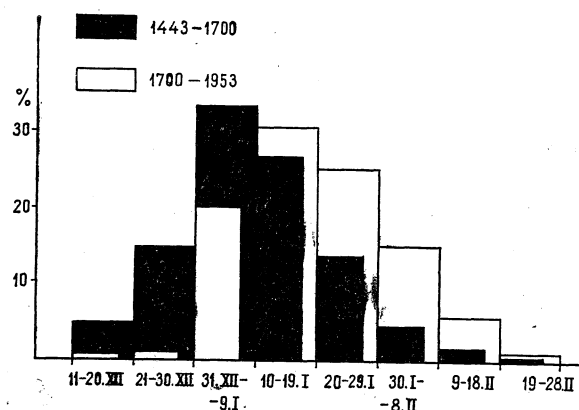


Рис. 3. Повторяемость дат замерзания озера Шува в Японии, по Аракава. Черные столбики — период 1443—1700 гг.; белые — период 1700—1953 гг. Обратите внимание на более позднее замерзание озера в новейший период

о наводнениях (А) и засухах (Б) и число суровых зим (В) в Китае. Чжао отметил, что особенно засушливыми были IV век, когда отношение Б/А превышало 8, а также VI—VII и XV века. В эти последние два периода грозные явления природы заставили многих эмигрировать из Китая. Замечательно также, что число суровых зим, достигшее в Китае максимума в XIV в., менялось там в IX—XVI вв. приблизительно так же, как в Европе (Г). Довольно подробные летописи южной Сунской династии за 1131—1260 гг. говорят, что последний весенний снегопад в это время приходился на 1 апреля, на 16 дней позже, чем в настоящее время в районе Ханчжоу, т. е. климат был заметно холоднее.

Весьма полные и интересные сведения этого рода сохранили для нас японские хроники, подробно изученные Тагучи [9], и за ним Аракавой [10—12]. Здесь особенно привлекает внимание ряд

наблюдений времени цветения любимого дерева японцев — вишни (сакура, *prunus yedoensis*), начиная с 812 г. н. э. и до нашего времени в районе Киото (рис. 4). С этим событием был связан национальный праздник Японии. В таблице 2 приведены средние даты цветения вишни по столетиям.

Раньше всего зацвела вишня в 1246 г. — 27 марта, позднее всего в 1184 г. — 22 мая. В XII и XIV столетиях, когда холодные зимы в Китае отмечались чаще, чем до или после этого, сакура зацвела в Киото также заметно позднее среднего срока, подтверждая, что вековые колебания климата были в некоторой мере сходными в Китае и Японии. В наше время в Киото сакура зацветает около 7 апреля и этому сдвигу во времени соответствует повышение температуры приблизительно на 1°,6. Это свидетельствует либо об общем потеплении климата, либо о повышении температуры, свойственном современным большим городам.

Рис. 4. Япония. Цветущая вишня на горе Иошино (префектура Нара)





Рис. 5. Япония. Горы зимой в центральной части острова Хоккайдо. Вершина Асахи

Другой ряд наблюдений касается времени замерзания японского озера Шува (760 м над уровнем моря). Это время довольно изменчиво из-за малой глубины озера (7,6 м). Записи велись в храме Ятсуруги впервые с 1397 г. и систематически — с 1442 г. Раньше всего — 8 декабря озеро замерзло в 1620 г. (также и по другим сведениям зима 1620—21 гг. была в Японии суровой), позднее всего — 4 марта 1594 г. Даты замерзания составляют два больших периода — 1443—1699 гг. и с 1700 г. по наше время (рис. 3). В последний из этих периодов озеро замерзло примерно на 10 дней позднее, чем в первый, подтверждая, что существует общая тенденция к потеплению климата, наличие которой мы предположили уже выше.

Первый снег, как своего рода праздник, отмечался в хрониках при дворе сиюгунов Токугава, начиная с 1632 г. Эти записи также относились к району Токио. Средней датой первого снега за период 1632—1868 гг. было 6,5 января. Истолкование этих наблюдений, однако, затрудняется тем, что они могли включать указания и на первый снего-

пад и на первый снежный покров (снег в районе Токио редко лежит более 1—2 дней). В настоящее время (в среднем за 1876—1951 гг.) первый снег выпадает здесь 23,7 декабря, образование первого снежного покрова приходится на 15,2 января. Если только хроникеры сиюгуна отмечали именно это последнее событие (событие, придававшее зимней природе необычную красоту, к которой столь чувствительны японцы, рис. 5), то мы опять встречаемся с фактом постепенного потепления климата Японии в течение последних столетий.

Мы разобрали здесь подробно эти примеры для того, чтобы подчеркнуть и преимущества и трудности, которые встречает анализ исторических материалов, относящихся к изменению климата и погоды. Эти материалы пока еще не дали возможности построить связную картину вековых изменений климата. Вероятно, такие новейшие физические методы, как изучение изотопного состава растительных и животных остатков — торфа, древесины, раковин мелких животных и пр., позволят в недалеком будущем построить кривую темпера-



ЕЩЕ О ВРАЩЕНИИ МЕРКУРИЯ

Как уже сообщалось в № 3 нашего журнала, радиолокационные наблюдения Меркурия показали, что период вращения планеты не равен периоду обращения вокруг Солнца, а составляет около 60 суток. Пересмотр зарисовок Меркурия показал, что они согласуются не только с периодом вращения, равным периоду обращения, но и с периодом, найденным из радиолокационных наблюдений.

Угловая скорость вращения Меркурия близка к угловой скорости орбитального движения в перигелии. Поэтому Пиль и Голд объяснили характер вращения Меркурия тем, что трение, сопровождающее образование приливных горбов, перемещающихся вдоль экватора планеты вследствие вращения Меркурия, очень

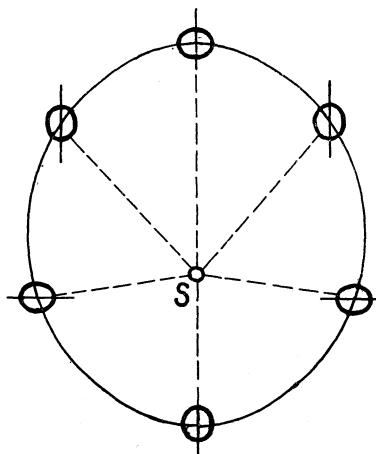
сильно зависит от расстояния до Солнца. В таком случае скорость вращения определяется максимальным приливным трением, действующим вблизи перигелия. При этом предполагается, что приливные горбы, перемещающиеся вдоль экватора, больше горбов, связанных с неоднородным распределением плотности в недрах планеты.

Однако, Коломбо («Nature», 208, 5010, 1965 г., 575) обратил внимание на то, что найденный

период вращения Меркурия очень близок к $2/3$ периода обращения. Если допустить, что экватор планеты имеет постоянную вытянутость, т. е. два горба, направленные примерно в противоположные стороны, то при таком соотношении периодов вращения и обращения возможно устойчивое движение, показанное на схеме: при прохождении Меркурием перигелия к Солнцу направлен один из горбов; в афелии горбы направлены перпендикулярно радиусу-вектору, а при следующем возвращении к перигелию Меркурий, совершив 1,5 оборота вокруг оси, оказывается направленным к Солнцу другим горбом.

То, что в перигелии, где приливное взаимодействие максимально, один из горбов Меркурия всегда оказывается направленным к Солнцу, делает такое соотношение периодов вращения и обращения устойчивым.

Расчеты Хан-Шу Лью и О'Кифа («Science», 150, 1965, 1717) показали, что радиолокационные наблюдения хорошо согласуются с периодом вращения Меркурия в 58,65 суток. Таким образом, весьма вероятно, что схема вращения, предложенная Коломбо, соответствует действительности.



тур атмосферы и вод за истекшие века. Когда такие кривые, хотя бы в самом общем виде, будут намечены, они послужат рамкой, в пределах которой исторические данные помогут детализировать особенности отдельных годов.

Пока мы должны быть благодарны и тем безвестным труженикам, которые собрали в течение тысячелетий материал о погоде и климате, и тем ученым современности, которые привели этот материал в систему и сделали его доступным для нас.

УПОМЯНУТЫЕ В ТЕКСТЕ ИСТОЧНИКИ, В КОТОРЫХ ПРИВЕДЕНЫ ПОДЛИННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРЕЖНИХ НАБЛЮДЕНИЙ

1. The Hymns of Rig-Veda. Trans. by R. Griffith. Benares, 1896.
2. Калидаса. «Облако-Вестник». Избранные произведения. М. Гослитиздат, 1956.
3. Tilak B. G. Orion or the researches into the antiquity of Vedas. Bombay, 1893.

4. Tilak B. C. Arctic Home in the Vedas. Bombay, 1903.
5. Zend-Avesta. Trad. par J. Darmsteter. Vol. I—III. Paris, 1882.
6. Бируни Абу Рейхан. Избранные произведения. Т. 1. Памятники минувших поколений (пер. М. Салье). Ташкент, 1957.
7. Ибн Сина (Авиценна). Даниш-Намэ (пер. Богоутдинова). Душанбе, 1957.
8. Chu Co-Ching. Climatic changes during historic time in China. Gerl. Beit. Geoph., Braunschweig, Bd. 32, 1931, p. 29.
9. Taguchi T. Japanese meteorological chronology. Tokyo, 1939.
10. Arakawa H. Twelve centuries of blooming of cherry blossom. Geofis. pura e appl., Milano, Vol. 30, 1955, p. 147.
11. Arakawa H. Five centuries of freezing data of lake Suwa. Arch. Met. Geoph. Biokl., Wien, ser. B., Bd. VI. № 1—2, p. 152.
12. Arakawa H. Data of first or earliest snow covering for Tokyo since 1632. Quart. Journ. Roy. Met. Soc. Vol. 82, № 352, 1956, p. 222.



О ПОЛЕТЕ «КОСМОС-110»



УГОЛЕК

Первые попытки советских ученых выявить биологическое воздействие космической радиации на животных и другие биологические объекты относятся к 1935 году. Исследования производились советским ученым Г. Фризаном на аэростатах. Однако из-за недостаточной высоты полета и малого времени экспозиции биологического материала, в большинстве опытов не удалось выявить заметного отрицательного воздействия космической радиации.

В дальнейшем исследования были продолжены на высотных и баллистических ракетах. Это дало возможность значительно увеличить высоту полета, время же экспозиции сократилось, что не позволило в достаточной степени оценить эффект влияния факторов космического полета на биологические объекты.

В 1957 г. в Советском Союзе был запущен спутник Земли, на борту которого находился специальный контейнер с подопытным животным — собакой Лайкой. Так на искусственных спутниках Земли началось изучение биологического воздействия космической радиации и других экстремальных условий космоса на живой организм.

С 1960 г. проводилась серия экспериментов на кораблях-спутниках, на которых находились подопытные животные. Корабли оборудовались всем необходимым для будущих полетов человека.

За пять лет космических исследований удалось накопить большой экспериментальный материал. Советская космическая биология и медицина выросли в самостоятельные отрасли знаний.

22 февраля 1966 г. был осуществлен запуск искусственного спутника Земли «Космос-110», на борту которого находились собаки Ветерок и Уголек и биологические объекты: личинки дрозофил, размещенные в специальной популяционной камере, растение традесканция с бутонами — в контейнере, лизогенные бактерии, сухие семена ряда культур, хлорелла на различных питательных средах, образцы сывороток крови иммунных животных и др.

Спутник был выведен на орбиту с параметрами: период обращения 95,3 минуты; апогей — 904 км, перигей — 187 км, наклонение плоскости орбиты к плоскости экватора 51°54'.

В отличие от ранее проводимых исследований спутник с животными на протяжении 22 суток находился в зонах с повышенной радиацией. При этом большая часть поглощенной дозы была обусловлена излучением радиационного пояса Земли (протоны внутренних зон радиационного пояса Земли).

Другая отличительная особенность нового эксперимента — применение сложных физиологических методик, связанных с вживлением зондов и электродов, искусственным питанием животных, а также применением различных фармакохимических противолучевых средств.

Исследованиям подвергся Уголек, а Ветерок был контрольным объектом.

Наблюдение за состоянием животных проводилось путем передачи информации по высокоопросной радиотелеметрической и телевизионной системам.

Кормление собак осуществлялось пастообразной пищей, размещенной в специальных контейнерах, откуда она подавалась непосредственно в желудки животных. В состав пищи входили мясо, картофель, мука, витамины и другие компоненты, а также вода.

Наряду с биологическими объектами на борту спутника был

размещен комплекс аппаратуры для проведения физических исследований: контейнеры с интегрирующими дозиметрами (термо-люминесцентные стекла, фотодозиметры) и ядерными эмульсиями и блоки для определения мер защиты биологических объектов от космических излучений. На каждой собаке укреплялся набор индивидуальных дозиметров.

16 марта «Космос-110» завершил свой полет и на 330 витке успешно приземлился в заданном районе.

На протяжении полета все системы спутника функционировали нормально. Животные и биологические объекты поступили в распоряжение ученых для продолжения начатых исследований. Получен ценный научный экспериментальный материал о влиянии на организм животных длительного пребывания в не-



ВЕТЕРОК

сомости в условиях повышенной радиационного излучения.

Эксперимент, проведенный и подготовленный усилиями многих советских ученых, является новой вехой на пути развития космической биологии и медицины. Данные, полученные в результате полета «Космос-110», будут способствовать дальнейшему проникновению человека в космическое пространство.

З. Ю. Иванов

МОЛОДОЙ ЮБИЛЯР

К двадцатилетию Института океанологии

И. М. БЕЛОУСОВ
кандидат географических наук



В самых отдаленных местах работали исследователи берегов. Экспедиция Института океанологии у берегов Новой Земли

В Сан-Франциско и Адене, Ванкувере и Коломбо, Гонолулу и западно-австралийском порту Фримантл, на Курильских островах и Мадагаскаре, в Петропавловске на Камчатке и Веллингтоне, Индии и Сингапуре, во

многих самых отдаленных уголках Земли помнят и ждут старейшину советского исследовательского флота «Витязь». Это знаменитое судно известно всему миру.

Ученые с «Витязя», подарившие человечеству знания об ог-

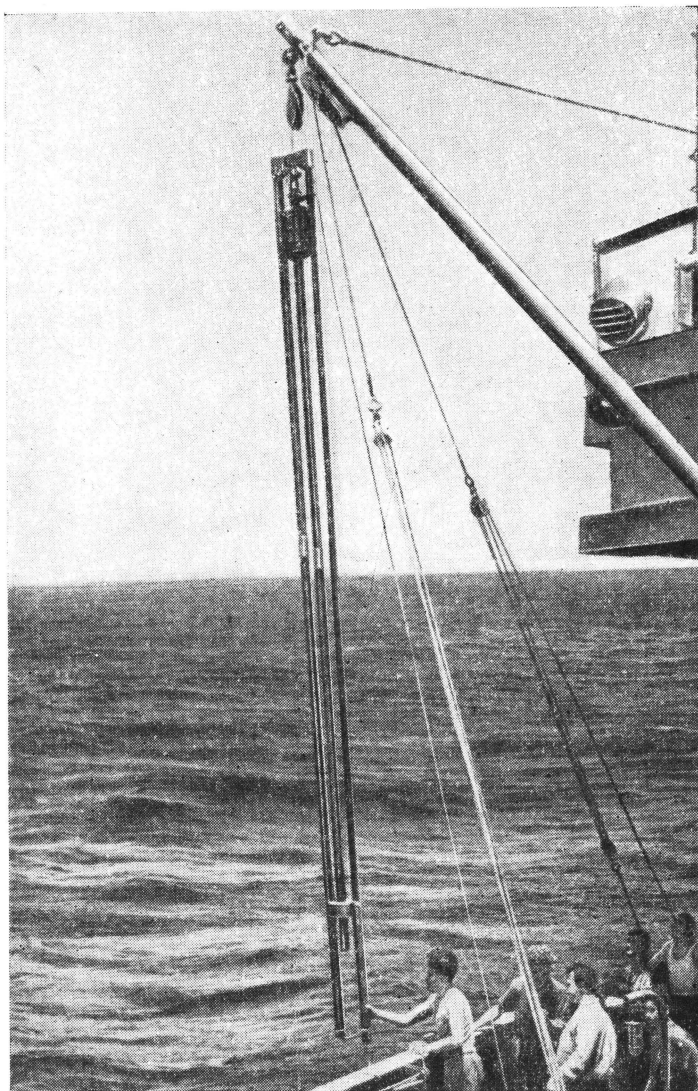
ромных пространствах океана, получили заслуженное признание в Советском Союзе и за рубежом. Без их докладов не проходит ни один международный океанографический, геологический, географический, зоо-

логический конгрессы, ни один симпозиум или конференция, тематика которых в какой-то степени связана с океаном. Их работами интересуются физики и химики, математики и физиологи, дипломаты и экономисты. Благодаря трудной работе этих ученых на всех широтах земного шара наука об океане обогатилась многими новыми фактами и обобщениями.

Большинство плавающих на «Витязе» ученых работают в Институте океанологии Академии наук СССР.

В 1966 г. этому институту исполнилось 20 лет. Конец 1945, начало 1946 года. Наша страна только что закончила самую грандиозную из всех войн человеческой истории. Тяжесть войны еще давила на плечи народа. Много сил требовало восстановление нарушенного войной хозяйства. Но и в то тяжелое время люди смотрели вперед, закладывали основу грядущего подъема. Будущее невозможно без науки, без новых знаний об окружающем мире, о законах природы. И вот по инициативе известного исследователя, прославившего нашу страну героическим дрейфом на станции «Северный полюс», академика П. П. Ширшова был образован Институт океанологии Академии наук СССР. Перед ним поставлена грандиозная задача: «Разработка теоретических проблем океанологии, проведение исследований океанов и морей на базе представления о единстве происходящих в морях и океанах физических, химических, биологических и геологических процессов».

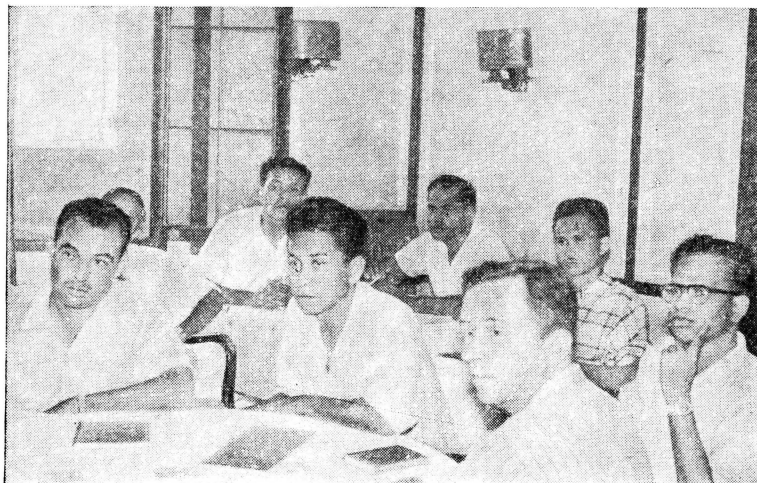
Чтобы решить эту проблему, мало знаний и таланта ученых. Нужны десятки, сотни тысяч наблюдений. Температура и соленость воды, скорость и направление течений, содержание в воде различных веществ, рас-



Готовится к спуску прибор для чтения летописи Земли
Фото В. Н. Нарциссова

пределение растительной и животной жизни, глубины океана и состав его дна — вся масса данных, позволяющая представить природу океана, действующие в нем законы. Проводить такие наблюдения можно только на специально оборудованном корабле, снабженном множеством самых разнообразных приборов, на корабле, которого еще не существовало. Нигде и никог-

да. Конечно и раньше в разных странах организовывались экспедиции для изучения океана. Для них приспособлялись небольшие суда. Но не было еще судна, на котором можно было бы вести одновременно гидрологические и геологические, биологические и сейсмо-акустические работы; опускать на десятикилометровые глубины тралы и грунтовые трубки. Не было судна



Профессор П. Л. Безруков с учеными Индии, Индонезии, Цейлона и ОАР в кают-компании «Витязя»
Фото В. Н. Нарциссова

с множеством специальных лабораторий, где можно сразу после получения проб вести их обработку. Корабль и оборудование предстояло создать. П. П. Ширшов, его ближайшие помощники В. Г. Богоров, И. Д. Папанин и Н. Н. Сысоев, другие сотрудники молодого института в течение двух лет создали оборудованный новейшей техникой исследовательский корабль — «Витязь».

В его переделке из обычного транспортного судна участвовали различные коллективы, предприятия, конструкторские бюро. Создатели корабля науки стали лауреатами Государственной премии.

Первый пробный рейс в Черном море. 1949 год. Все — от начальника экспедиции профессора С. В. Бруевича до молодых лаборантов, были новичками. В неглубоком по сравнению с океаном Черном море обрывались и тонули тралы, грунтовые трубки, другие приборы. За опыт приходилось платить. Бывали и грустные и смешные моменты.

Но все время было хорошее настроение. Океанология обрела прочную базу, ученые вышли в море.

С первыми плаваниями «Витязя» в дальневосточных морях связана юность Института океанологии. Коллектив одновременно и учился, и делал открытия мирового значения. К началу Международного геофизического года (1957 г.) ученые института получили всеобщее признание, а разработанные ими методы изучения океана применяются повсюду. Каждый из разделов исследований тех лет заслуживает самостоятельной статьи или книги. Такие книги созданы. Это «Труды Института океанологии». Их количество приближается сейчас к ста томам.

Дно океана. О нем знали очень мало. В Тихом и Индийском океанах тоненькие ниточки галсов с измерениями глубин можно было пересчитать по пальцам. На миллионах квадратных километров не было измерено ни одной глубины. Ученые института открыли громадный Ку-

рило-Камчатский желоб с глубинами более 10 000 м, связывающий в одну систему Алеутский и Японский желоба. Раньше в этом месте на карты была нанесена небольшая впадина Тускарора. Приобрели свой современный вид карты Охотского, Японского, Берингова морей. Разработанный Г. Б. Удинцевым метод геоморфологической интерполяции позволил при составлении этих карт использовать все сведения по рельефу суши и морей для правильного изображения морского дна.

Геологические работы под руководством П. Л. Безрукова помогли прочесть несколько страниц летописи Земли, скрытой в толще донных отложений. Эти работы стали, по существу, основой для развития в нашей стране новой науки — морской геологии.

Разработанный Л. А. Зенкевичем и его учениками метод количественного изучения морской фауны приблизил морскую биологию к точным наукам, изучающим Землю.

Весь комплекс океанологических исследований, проводящийся на основе учета количественных взаимоотношений всех характеристик, дал возможность установить тесную связь между распределением водных масс, рядом растворенных в воде химических веществ, животным миром океана, составом донных отложений. В этом цикле взаимной обусловленности участвуют и циркуляция атмосферы, и солнечная радиация, и многие другие явления.

Вооруженные разработанными методами, накопившие большой опыт в познании почти неизвестной гидросферы, ученые Института океанологии вышли в 1956 г. на просторы океана для участия в работах по плану МГГ.

Океанологические экспедиции на ледокольных дизель-электро-

ходах «Обь» и «Лена» в 1956—1959 гг. принесли знания о мало изученных ранее антарктических водах и дне Южного океана. (Так называют иногда южные части Тихого, Индийского и Атлантического океанов.) В суровых ревущих сороковых широтах и ледовитых водах Антарктики, в любой шторм, в самых сложных условиях, днем и ночью несли ученые вахту на лебедках и эхолотах, поднимали с многокилометровых глубин тралы и грунтовые трубки, огромные 200-литровые батометры и планктонные сети. Результаты проведенных исследований позволили соста-

вить всю морскую часть «Атласа Антарктики», который вышел в свет в 1966 г. Группа сотрудников института во главе с начальником Морской части Антарктической экспедиции В. Г. Кортон была награждена за научный подвиг орденами и медалями.

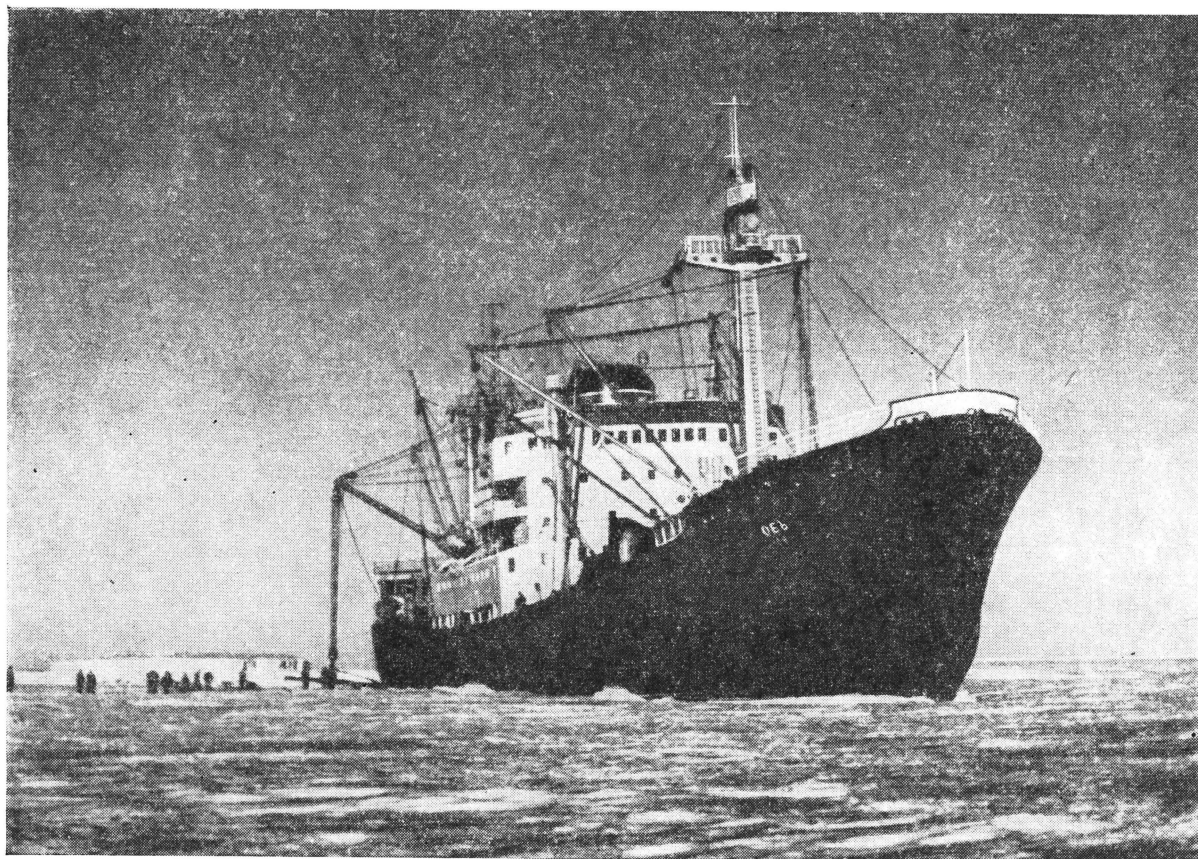
В Средиземном море с 1959 г. проводятся работы на исследовательском судне «Академик С. Вавилов». Трудно поверить, что до этого времени глубины «колыбели цивилизации» почти не были изучены.

В Атлантическом океане на различных судах других организаций ученые института собирали

уникальные данные о природе «Средиземного моря средневековья», — как называли когда-то Атлантический океан.

Тихий и Индийский океаны покорялись флагману советского исследовательского флота — «Витязю». После каждого плавания ветерана океан терял часть своих тайн. Максимальная глубина Мирового океана и обнаружение на ней жизни, открытие течений во всей толще океана, а не только на поверхности (как считалось ранее), открытие огромных хребтов, желобов, гор, котловин, новых животных, новых промысловых районов, рас-

Дизель-электроход «Обь», на котором проводились океанологические работы в Антарктике у берегов ледяного материка



пределение на дне руды будущего — железо-марганцевых конкреций — вот далеко не полный перечень результатов работ, выполненных на «Витязе».

С каждым годом развивалась новая техника и новые направления в изучении океанов.

Сейсмо-акустические исследования для определения строения

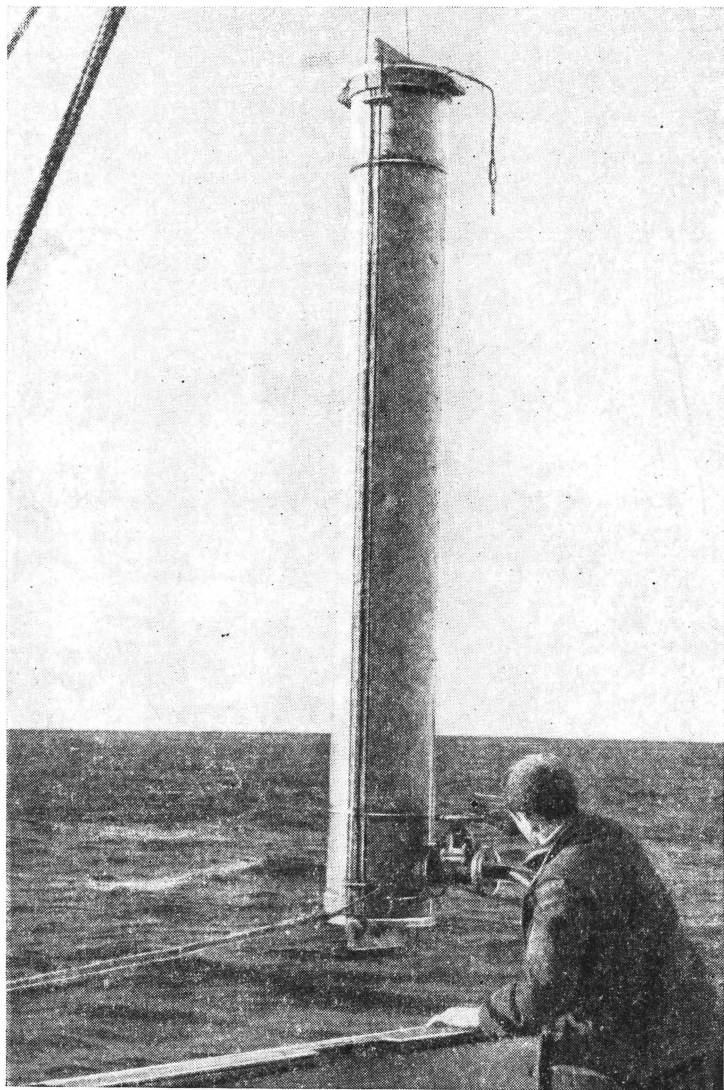
толщи донных отложений и строения земной коры под океаном, изучение течений буйковыми якорными станциями, измерение геотермического градиента (количество тепла, поступающего из недр Земли), изучение первичной продукции и другие направления работ, считающиеся сейчас основными в изучении океана,

использование современных вычислительных машин для обработки океанологических характеристик — все это введено в практику коллективом Института. В этом важном деле большая роль принадлежала заместителю директора Института Н. Н. Сысоеву.

Есть в Институте и лауреаты Ленинской премии. Широко известны работы старейшины советской океанологической школы члена-корреспондента АН СССР Л. А. Зенкевича*. Исследования берегов, проведенные доктором географических наук В. П. Зенковичем, заложили основы новой науки о строении и развитии береговой зоны Земли. На «Витязе» был собран материал, который лег в основу исследований, выполненных лауреатом Ленинской премии, профессором А. В. Ивановым, работающим в Зоологическом институте АН СССР.

Без участия ученых Института океанологии не решается ни один вопрос по проведению международных исследований океана. За плечами ученых Института опыт организации и проведения Международного геофизического года, Международной индоокеанской экспедиции. Они работали в Советско-Кубинской морской экспедиции, занимаются исследованиями по Международному проекту верхней мантии Земли, по проекту Международной экспедиции Куроисио. Всего не перечислишь.

На первом Международном океанографическом конгрессе 1959 года в Нью-Йорке работы Института океанологии были при-



200 литров воды из глубин океана подняты на поверхность
Фото В. Н. Нарциссова

* Работам Л. А. Зенкевича была посвящена статья члена-корреспондента АН СССР В. Г. Богорова, опубликованная в журнале «Земля и Вселенная», № 4, 1965 г.



Ихтиолог — профессор Т. С. Расс в лаборатории «Витязя»
Фото В. Н. Нарциссова

знаны лучшими. Именно в Москве в 1966 г. проведен второй Международный океанографический конгресс.

Институт растет. Небольшая группа в несколько десятков человек превратилась в мощный коллектив. Институт имеет от-

деления на юге, на севере, на востоке страны. Его корабли побывали почти во всех уголках Земли. Конечно, как и всегда при большом росте, многого не хватает. Нужны и люди, и суда, и помещения, и техника. Уже многие другие институты пе-

реключаются на морскую тематику.

Только совместными усилиями ученых многих стран можно надеяться овладеть знаниями о природе океана, поставить его полностью на службу человеку. Такая постановка вопроса приводит к необходимости развития контактов и дружбы со многими странами. Это — политика нашего государства. И в ее осуществление много труда вложили ученые института. В десятках портов Земли рассказывали они о нашей стране, демонстрировали достижения советской науки. И везде у них оставались друзья. Связь с ними не прерывается. Ученые помогают друг другу в развитии любимой науки, в установлении взаимоотношений между странами и народами.

20 лет... За эти годы удалось создать целую науку, без которой уже нельзя обойтись, вырастить поколение ученых, способных решать многие задачи по изучению океанов.

Институту океанологии АН СССР предстоит еще многое сделать в деле изучения Мирового океана, в развитии советской науки, в раскрытии тайн, скрываемых голубыми глубинами.



ДНО ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Американские ученые приняли исследование строения дна океана в соответствии с программой Международной индоокеанской экспедиции.

В результате драгирования в восточной части Индийского океана (к юго-западу от острова Суматра) на склонах подводного вулкана были обнаружены базальты с мелкими полостями почти сферической формы диаметром около 0,005 см. Базальт,

вытесняемый на глубину примерно 3,5 км, обычно бывает лишенным каких-либо полостей. Отсюда делается вывод о том, что после образования этих пород (около 30 млн. лет назад) произошло погружение морского дна на глубину примерно 1,5 км. Авторы считают, что основная причина погружения — геологические процессы.

Базальтовые пробы содержат калий и титан в большей концентрации, а кремний и кальций — в несколько меньших количествах, чем обычные породы, встречаемые в районах подводных хребтов.

Подробные результаты исследований опубликованы в журнале «Science», 150, 605, 1965.



Космический корабль «Восток-1» с космонавтом Юрием Гагариным на борту имел высоту в перигее $h_{\text{п}} = 181$ км и в апогее $h_{\text{а}} = 327$ км и соответствующие скорости $v_{\text{п}} = 7669$ м/сек и $v_{\text{а}} = 7840$ м/сек. Определить по этим данным радиус Земли.

[Ответ на стр. 78]

В какие годы в феврале пять вокресений?

[Ответ на стр. 78]



ИССЛЕДОВАНИЕ ОКЕАНА НА БЛАГО ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

71% всей поверхности Земли покрыт водами океана. Высказывалось даже мнение, что колеблемость человечества следовало бы называть не «планета Земля», а «планета Океан».

Мировой океан — богатейшая и еще почти неисследованная целина, практически неисчерпаемая кладовая пищевых и минеральных ресурсов. Общеизвестна роль океанов и морей для транспортных связей между странами, исключительно велико влияние огромных водных пространств на погоду и климат всей нашей планеты.

Во многих странах мира ученые интенсивно исследуют различные стороны жизни океана, протекающие в нем физические, химические, геологические и био-

логические процессы. Достойный вклад в эти исследования вносят советские ученые. Признанием этого вклада явилось проведение в Москве с 30 мая по 9 июня 1966 г. второго Международного океанографического конгресса, проходившего под девизом «Исследование океана на благо человечества».

Конгресс был организован Академией наук СССР по специальному соглашению между правительством СССР и ЮНЕСКО. В заседаниях Конгресса участвовало около 1900 ученых-океанологов из 58 стран. Они обсудили результаты океанографических исследований, проводившихся во всем мире со времени первого Международного океанографического конгресса в 1959 г.

Работа Московского конгресса была посвящена четырем основным проблемам: «Океан и атмосфера», «Жизнь в океане», «Морская геология; структура океанической коры и верхней мантии» и «Океанография Индийского океана и Антарктики». Эти проблемы рассматривались на Конгрессе в пленарных лекциях и многих докладах. Для детального обсуждения некоторых важных, но более специальных, вопросов было организовано несколько симпозиумов.

Второй Международный океанографический конгресс — крупный вклад в развитие мировой океанографической науки. С его материалами мы познакомим читателей в следующих номерах нашего журнала.



(К стр. 28)

Названия почти двумстам лунным образованиям дал иезуит Джованни Риччоли в своем произведении «Новый Альмагест» (1651 г.). Он использовал имена ряда мыслителей древности, средневековья и своего времени. Наряду с такими выдающимися именами, как Архимед, Гиппарх, Кеплер, Гевелий, были взяты имена и некоторых собратьев Риччоли по церковной профессии.

Гевелий (Ян Гевель или Гевельке, 1611—1687) — выдающийся польский астроном-наблюдатель. Жил и работал в Гданьске в созданной им большой обсерватории. Гевелий известен своими наблюдениями Луны. В 1647 г. он опубликовал труд «Селенография

или описание Луны», в котором поместил нарисованные и выгравированные на меди рисунки лунных участков, дал названия многим образованиям лунной поверхности.

Кавалерий (латинизированная фамилия итальянского ученого Бонавентуры Кавальери, 1598—1647) — иезуит, профессор математики Болонского университета, один из учеников и ранних почитателей Галилея.

Марий (Симон Майр, 1570—1624) — придворный астроном маркиграфа Георга-Фридриха Бранденбургского. Изучал астрономию в Праге под руководством Тихо Браге, а после него под руководством Кеплера. Один из первых применил телескоп для наблюдений небесных светил. Он противопоставлял себя Галилею в открытии четырех спутников Юпитера, которые он назвал «бранденбургскими звездами». Приобрел также сомнительную славу тем, что помог своему ученику графу Балтасару Капра выступить

с клеветой на Галилея по поводу его высказываний о новой звезде 1604 г.

Рейнер (латинизированная фамилия итальянца Винченцо Реньери — умер в 1648 г.) — профессор геометрии в Пизанском университете. Это один из учеников Галилея. Он составил несколько таблиц движений планет.



В каком году некоторое число ни в одном месяце не было воскресеньем, какой год и какое число имеется в виду?

(Ответ на стр. 82)



**СИМПОЗИУМЫ,
КОНФЕРЕНЦИИ,
СЪЕЗДЫ**

СЕРЕБРИСТЫЕ ОБЛАКА —



ИНДИКАТОРЫ ПРОЦЕССОВ В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ



Здание Президиума Академии наук Эстонской ССР расположено в центральной части Вышгорода — Тоомпеа, возвышающегося над старым Таллином. 15 марта 1966 г. конференц-зал Президиума АН ЭССР заполнили делегаты и гости Международного симпозиума по изучению серебристых облаков.

Среди участников симпозиума — ученые, прибывшие из 14 стран, представители различных астрономических и астрофизических обсерваторий, крупнейших метеорологических и аэрологических центров, геофизических институтов и научно-исследовательских лабораторий, специалисты в области исследования космического пространства, ученые, занимающиеся развитием дальней ра-

диосвязи и телевидения. Советскую делегацию на симпозиуме возглавлял профессор Н. З. Пинус.

Симпозиум открыл генеральный секретарь Специального комитета Международного года спокойного Солнца, известный английский ученый профессор М. Миннис. Участников симпозиума приветствовали: президент Международной ассоциации метеорологии и физики атмосферы член-корреспондент Академии наук СССР А. М. Обухов, представитель Всемирной метеорологической организации Кронебах (США), ученый секретарь советского Межведомственного геофизического комитета А. Д. Повзнер, вице-президент АН ЭССР Н. А. Алумяэ, заместитель директора Института физики и астрономии АН ЭССР Ч. И. Виллманн и председатель Таллинского горисполкома И. А. Ундуск.

Ученые собрались, чтобы обсудить боль-



В президиуме симпозиума. Выступает д-р Кронебах. Сидят (справа налево): Н. А. Алумяэ, М. Миннис, А. М. Обухов

шой комплекс проблем, связанных с серебристыми облаками — объектами, которые еще сравнительно недавно казались, хотя и любопытной, но отвлеченной загадкой природы.

Астрономы, впервые открывшие серебристые облака, и метеорологи, впоследствии заинтересовавшиеся ими, долго не могли поделить между собой область исследования, которая сейчас уже представляет общий интерес. В настоящее время не вызывает сомнения, что изучение серебристых облаков затрагивает коренные проблемы физики земной атмосферы и является составной частью обширной проблемы Солнце — Земля. Это нашло свое отражение в официальном названии симпозиума — «Международный симпозиум по изучению серебристых облаков как индикаторов процессов в верхней атмосфере».

Созыв симпозиума в столице Эстонии не случаен. Около восьмидесяти лет назад почти одновременно с московским астрономом

В. К. Цераским, впервые обратившим внимание на серебристые облака, «сумеречные» облака были отмечены в Эстонии Э. Гартвигом. Постепенно интерес к серебристым облакам в Эстонии стал традиционным. В последние годы эстонские ученые и любители астрономии внесли существенный вклад в их исследование. В Эстонии неоднократно проходили крупные совещания по проблемам серебристых облаков. Тартуский Институт физики и астрономии АН ЭССР превратился в мировой центр по сбору и обработке обширного наблюдательного материала.

Симпозиум по изучению серебристых облаков — один из первых, на котором встретились ученые многих стран после завершения программы МГСС. Участники симпозиума получили возможность поделиться своими успехами, рассказать о затруднениях, сформулировать новые проблемы исследования, согласовать новое типовое руководство для дальнейших работ, договорить-

ся о месте сбора и порядке обработки и публикации научных данных, которые предстоит получить в ходе дальнейших исследований.

Для исследований серебристых облаков характерны по крайней мере три особенности: тесное переплетение интересов различных наук (астрономии, геофизики и др.); необходимость глобальных наблюдений и экспериментов, возможных лишь в условиях сотрудничества ученых многих стран; и, наконец, это одна из немногих областей современной науки, в которой не потерян интерес к массовым любительским наблюдениям.

Все эти особенности отражены составом участников симпозиума, а также процессом его подготовки и проведения. Симпозиум поддерживали такие авторитетные всемирные организации, как Международная ассоциация метеорологии и физики атмосферы, Всемирная метеорологическая организация, Специальный комитет Международного года спокойного Солнца. Среди участников

симпозиума можно было встретить не только хорошо известных ученых, но и молодых любителей астрономии, в течение ряда лет с увлечением занимающихся наблюдениями серебристых облаков.

Симпозиум проходил в обстановке исключительной доброжелательности и теплоты, в обстановке глубокого взаимного уважения коллег, получивших возможность собраться вместе и во время насыщенных до предела заседаний, а также в нередко затягивавшихся до позднего времени культурных встречах обсуждать научные вопросы, представляющие общий интерес.

Четырехдневная программа симпозиума включала свыше 20 докладов. Вопросам климатологии серебристых облаков были посвящены доклады кандидата физико-математических наук Ч. И. Виллманна (СССР), докторов Кристи (Канада), Пейтона (Англия), Фогла (США).

Основные задачи климатологии серебристых облаков сводятся к изучению времени и места появления их. Максимум появле-

В зале заседаний



ния серебристых облаков приходится на июль. Наземные наблюдения по причинам, подробно разъясненным нашим читателям ранее *, позволяют исследовать лишь видимое, а не истинное распределение серебристых облаков. Широко разветвленная сеть станций, на которых производится статистика появления серебристых облаков, имеется в СССР, США, Канаде.

Для выяснения физической природы серебристых облаков исключительно важное значение имеют ракетные эксперименты, позволяющие осуществить заборы проб частиц с высот, в которых существуют серебристые облака. В докладе докторов Дж. Витта и Н. Вильгельма (Швеция) и в сообщении доктора Зобермана (США) подробно рассказывалось о шведско-американских экспериментах и программах ракетного зондирования серебристых облаков.

А. В. Федынский (СССР) посвятил свой доклад первому опыту прямых инструментальных измерений концентрации водяного пара в мезосфере. Прибором, основанным на принципе изменения теплоотдачи — нагретой нити в присутствии паров воды, советским ученым удалось измерить концентрацию водяного пара на высотах 65—90 км. Прибор представляет систему двух одинаковых тепловых датчиков, включенных в плечи чувствительного моста. В один из датчиков поступал влажный воздух, а в другой — воздух, пропущенный через осушитель. Это позволило частично исключить влияние давления и температуры на показания схемы. К преимуществам предложенного метода, предварительно проверенного в лабораторных условиях, относится малая инерционность, достаточно высокая чувствительность и сравнительная простота. Прибор подняли на метеорологической ракете в августе 1965 г. в средних широтах СССР. На высоте 79 км был зафиксирован слой повышенного содержания водяного пара с максимальной концентрацией порядка $3 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. (среднеквадратичная ошибка измерения оценена в 40%). Планируется дальнейшее накопление эксперимен-

тального материала. Первый опыт непосредственного измерения водяного пара на высотах серебристых облаков показал, что вблизи 80 км водяной пар может содержаться в повышенных концентрациях. Тщательного изучения требуют вопросы происхождения и закономерностей в появлении слоя повышенной концентрации водяного пара.

Доктор Р. Скриванек (США) говорил о химическом составе частиц серебристых облаков. В лабораторных условиях исследовались взятые ракетные пробы. В частицах, окруженных ледяным ореолом и имеющих размеры примерно 0,6 мк, была обнаружена сера. Указывалось на возможное присутствие в этих частицах и некоторых других химических элементов (кремния, железа).

О перспективности экспериментальных исследований серебристых облаков с помощью оптических лазеров рассказал в своем докладе доктор Дж. Фиокко (США). Оптический лазер позволяет зондировать атмосферу до высот 120—140 км.

Одно из заседаний симпозиума было целиком посвящено оптическим свойствам серебристых облаков. Необходимо отметить разносторонность подхода к этой проблеме. Академик В. Г. Фесенков проанализировал возможности использования наблюдений сумеречных явлений как одного из эффективных методов исследования оптических свойств высоких слоев земной атмосферы. При этом он указал, что на высотах появления серебристых облаков может наблюдаться дополнительное рассеяние света, которое трудно отнести за счет неоднородности серебристых облаков и которое, возможно, связано со слоем пыли космического происхождения.

В докладе доктора Витта содержался обстоятельный анализ оптических свойств аэрозолей серебристых облаков. Аэрозоль оказывает большое влияние на оптические свойства атмосферы на различных уровнях, и, в частности, на изменение высотного хода коэффициента рассеяния в стратосфере. Для исследования этого явления группа советских ученых во главе с доктором физико-математических наук Г. В. Розенбергом использовала различные методы (фотоэлектрические измерения яркости неба с самолета, прожекторное зондирование, анализ фотографий ореола Земли, полученных с борта космических кораблей «Восток-6» и «Вос-

* См. статьи Н. И. Гришина, опубликованные в журнале «Земля и Вселенная» за 1965 г.: «Тайна средних широт» (№ 3); «Самые высокие облака» (№ 5).



Экскурсия по городу

ход», фотоэлектрические наблюдения сумеречных явлений).

В докладе Н. Н. Шефова (СССР) рассказывалось о проводившихся в районе Звенигорода наблюдениях свечения гидроксила ОН и о связи этого явления с серебристыми облаками. Установлено, что интенсивность свечения ОН возрастает во время появления серебристых облаков. Исследование вариации этого свечения — источник важных данных о явлениях в верхней атмосфере. В частности, исследования подобного рода свидетельствуют о том, что в период появления серебристых облаков температура мезопаузы 150—160°K.

Накопленные данные наблюдений позволили более глубоко разработать теоретические проблемы природы серебристых облаков. Поэтому не случайно эти проблемы получили серьезное освещение в докладах, представленных на симпозиуме.

В докладе профессора И. А. Хвостикова и И. М. Кравченко (СССР) рассматривались процессы, способствующие увеличению концентраций молекул H_2O в мезосфере. Достаточная влажность в мезосфере (наряду с наличием ядер конденсации и низкой температуры) является необходимым условием образования льда в частицах серебристых облаков. В докладе содержался теоретический анализ различных процессов. Основное внимание было уделено процессу фотодиссоциации в условиях динамической атмосферы и механизму повышения влажности воздуха в связи с выпадением «солнечного дождя». Сущность последнего состоит в том, что при обтекании магнитосферы Земли плазменными потоками, идущими от Солнца, возможно окисление захваченного водорода и некоторое увеличение влажности воздуха. Теория «солнечного дождя» разрабатывается в общем комплексе сол-

нечных и геомагнитных явлений (солнечный ветер, магнитосфера и радиационный пояс Земли).

Проблема распределения водяного пара вблизи мезопаузы обсуждалась в докладах доктора Е. Хестведта (Норвегия) и группы советских ученых во главе с профессором К. Я. Кондратьевым.

В докладе кандидата физико-математических наук Б. Н. Трубникова и И. С. Скуратовой была сделана попытка создать стройную математическую теорию ячейковой конвекции в зоне серебристых облаков.

Заключительное заседание симпозиума в основном посвящалось вопросам динамики серебристых облаков. В докладе Н. И. Гришина рассматривались формы серебристых облаков. Их морфология изучалась докладчиком на обширном материале замедленной киносъемки. Совместная обработка киноматериала и большой серии фотографий значительно облегчила интерпретацию динамического режима различных морфологических форм и позволила выявить преобладание волновых движений в области серебристых облаков. В зоне мезопаузы обнаружены гигантские волны длиной 200—300 км, образование которых, в отличие от возникновения небольших волн, по-видимому, связано с крупномасштабными процессами в верхней атмосфере. Успешное применение замедленной киносъемки привело к открытию многослойности серебристых облаков. Этот результат впоследствии был подтвержден стереофотограмметрическими измерениями М. И. Бурова. Надо отметить, что участие геодезистов в общей работе по изучению серебристых облаков оказалось весьма плодотворным. Высокоточные методы стереофотограмметрии позволили М. И. Бурову получить важные данные о пространственных и динамических характеристиках серебристых облаков. Обработка результатов съемки выполнялась с помощью электронно-вычислительной машины.

Подробному теоретическому рассмотрению различных аспектов природы волнового движения были посвящены доклады советских ученых И. А. Ивановского, Л. П. Жуковой и Б. Н. Трубникова.

В ходе общей дискуссии, состоявшейся в заключение работы симпозиума, профессор И. А. Хвостиков отметил, что на основные три вопроса теории серебристых

облаков (почему облака бывают только летом, почему они бывают в узкой широтной зоне и почему наблюдаются только на определенных высотах мезопаузы) можно формально дать один ответ. Именно: серебристые облака появляются там и тогда, где и когда температура воздуха на уровне мезопаузы оказывается достаточно низкой. (Как известно, летом мезопауза бывает холоднее, чем зимой.) Однако сразу же возникают новые вопросы: почему мезопауза летом холоднее, чем зимой, почему она оказывается наиболее холодной в избранной широтной зоне и т. д. Очевидно, это более общие вопросы, касающиеся физики верхней атмосферы Земли. Пока еще на них нет ответов, но уже сейчас чрезвычайно важно подчеркнуть взаимосвязь проблем серебристых облаков с проблемами теплового режима на уровне мезопаузы. Поэтому, по мнению И. А. Хвостикова, было бы правильным в программу следующего Международного симпозиума включить основные вопросы теплового режима мезопаузы.

Итак, новые открытия порождают новые проблемы. За последние три десятилетия неизмеримо вырос уровень исследований серебристых облаков. Тридцать лет назад, в 1936 г., в нашей стране серебристые облака интересовали лишь отдельных любителей астрономии. Прошло немало времени прежде чем наблюдения немногих энтузиастов сменились планомерной работой групп, а затем и станций. В дальнейшем данные этих наблюдений удалось теоретически интерпретировать и, наконец, провести эксперименты, позволяющие проверить основные выводы теории. Вместе с тем эксперименты сразу же поставили перед исследователями новые вопросы, касающиеся, в частности, происхождения серы в частицах серебристых облаков.

Возникли, как уже отмечалось, новые, более общие проблемы, относящиеся не только и не столько к самим серебристым облакам, сколько к выяснению физической природы процессов, происходящих в верхних слоях земной атмосферы. Со временем благодаря международному характеру глобальных исследований серебристые облака станут верно служить людям в качестве индикаторов процессов в верхней атмосфере.

18 марта 1966 г. — день окончания работы симпозиума. С заключительной речью выступил профессор Миннис, который ре-

зюмировал напряженную работу симпозиума и на русском языке обратился со словами благодарности за доброту и теплое гостеприимство к советским ученым, обеспечившим успешную работу симпозиума.

Но и после официального закрытия продолжались заседания рабочих групп, велись оживленные споры и беседы, ученые участвовали в осмотре достопримечательностей Таллина.

И еще одна маленькая деталь. Наверное, многие знают популярный финский танец «летка-енка». Этот танец дважды исполнял-

ся участниками симпозиума — на банкете, проведенном Национальным оргкомитетом, а затем в первом часу ночи на перроне Таллинского вокзала за пять минут до отхода поезда, увозящего наших зарубежных коллег в Ленинград... Может быть, об этом не следовало писать, но уж очень впечатляющим было зрелище, глядя на которое хотелось думать о мире, о реальной возможности дружбы и сотрудничества между народами различных государств, населяющих нашу планету.

Е. П. ЛЕВИТАН



УЧЕНЫЕ ОБСУЖДАЮТ ПРОБЛЕМЫ ГЕЛИОТЕХНИКИ

Около 10^{24} кал за год получает наша планета от Солнца. Примерно треть солнечного излучения, падающего на Землю, отражается ею и рассеивается в межпланетном пространстве. Львиная доля солнечной энергии расходуется на нагревание атмосферы, поверхности Земли, океанов, компенсируя теплопотери земного излучения. Жизнь на Земле во всех ее проявлениях обязана лишь ничтожной части мощности солнечного излучения, усваиваемой растениями (0,015%) и используемой людьми в виде топлива и пищи (0,002%). Не удивительно поэтому, что ученые проявляют большой интерес к отысканию путей непосредственного использования солнечной энергии. В настоящее время гелиотехника интенсивно развивается в Израиле, Индии, Японии, США, Франции. Советские специалисты также работают в этой области. О путях использования солнечной энергии в нашей стране говорилось на специально созданном в Ашхабаде Всесоюзном совещании (октябрь, 1965 г.). Советскими учеными созданы солнечные опреснители, позволяющие получать в пустынных и засушливых районах опресненную воду по стоимости, не превышающей 2 руб. за 1 м³. (Это примерно в 50 раз дешевле стои-

мости питьевой воды, доставляемой самолетами на нефтепромыслы Восточной Туркмении.) Создано несколько типов солнечнозащитных стекол, специальных пластмасс и пленок, позволяющих повысить коэффициент полезного действия солнечных преобразователей.

Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии наилучшим образом осуществляется кремниевыми фотоэлементами, широко используемыми для питания бортовой аппаратуры космических кораблей и искусственных спутников Земли. В других случаях солнечные батареи пока почти не применяются из-за их высокой стоимости. Коэффициент полезного действия полупроводниковых солнечных батарей еще далек от теоретического. Поэтому сейчас ведутся интенсивные поиски более эффективных полупроводниковых материалов. Не только прямое преобразование солнечной энергии в электрическую, но и проблемы фотосинтеза и фотохимии, солнечного климата и измерения радиации, концентрации солнечного излучения и создания солнечных печей находятся сейчас в центре внимания многочисленных советских специалистов, успешно работающих в области освоения солнечной энергии.



(К стр. 28)

Строгое решение задачи. Как известно из высшей геодезии, радиусы кривизны меридиана и параллели эллипсоида выражаются формулами:

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{3/2}},$$

$$r = \frac{a \cos \varphi}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{1/2}},$$

в которых φ — широта параллели, a — радиус экватора и e — эксцентриситет меридианного эллипса.

Очевидно, что градусы параллели равны или длиннее градусов меридиана планеты, когда $r \geq M$ или

$$\cos \varphi \geq \frac{1 - e^2}{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

Так как эксцентриситет всегда малая величина, то

$$\cos \varphi \geq 1 - e^2 \cos^2 \varphi - e^4 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi - \dots$$

Далее методом последовательных приближений находим

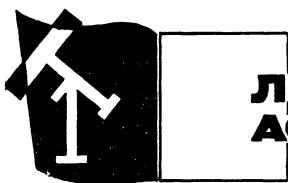
$$\cos \varphi \geq 1 - e^2 + 2e^4 - \dots = 1 - 2\alpha + 9\alpha^2 - \dots,$$

где α — полярное сжатие (сплюснутость) планеты.

Известно, что сжатие Земли равно $\alpha = 1/298,3$. В этом случае получаем, что $\varphi \leq 6^\circ 35' 22''$.

Следовательно, в приэкваториальной зоне между северной и южной широтой $6^\circ 35' 21''$ градусы параллелей Земли длиннее градусов ее меридиана.

(В качестве упражнения полезно определить ширину соответствующей зоны на других планетах.)



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Любителям астрономии присуще стремление к активному изучению звездного неба, к самостоятельным наблюдениям небесных светил. Эти наблюдения могут выполняться невооруженным глазом, а также с помощью бинокля или небольшой астрономической трубы. В нашем журнале ранее неоднократно публиковались советы наблюдателям. Начиная с данного номера, такие материалы будут регулярно помещаться в разделе «Страничка наблюдателя». Раздел ведут доцент А. Д. Марленский и аспирант Ф. П. Порошин.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО И ПЛАНЕТЫ В АВГУСТЕ — СЕНТЯБРЕ 1966 ГОДА

Наши читатели прежде всего хотят хорошо познакомиться со звездным небом, научиться находить основные созвездия и наиболее интересные объекты в них.

На рис. 1—3 показан вид звездного неба 29 августа в 21 час 30 минут местного времени на широте 56° (на рис. 1 — северная часть неба, а рис. 2 — южная часть).

Еще в глубокой древности отдельные группы ярких звезд были объединены в созвездия. В настоящее время под созвездиями подразумевают строго ограниченные участки звездного неба. Для отыскания созвездий достаточно запомнить их характерные конфигурации (рис. 3, 4). Вследствие суточного вращения Земли вид звездного неба изменяется. Сравните рис. 3 и 4. Изображенное на рис. 3 положение созвездий будет таким же 5 сентября (но в 21 час!); 12 сентября (в 20 час. 30 мин.!) и т. д.

В августе и сентябре особенно хорош Млечный Путь — множество отдельных, очень близко расположенных, слабых звезд. Млечный Путь ви-

ден высоко над горизонтом, как светлая полоса, проходящая по всему небу, через созвездия Персей, Кассиопея, Лебедь, Лисичка, Стрела, Орел.

На рис. 3 в созвездии Рыб видна яркая «звезда», которую нельзя найти на звездных картах. Это планета Сатурн. Ее видимое перемещение среди звезд с 1 августа по 1 октября показано стрелкой. Сатурн в эти месяцы можно наблюдать почти в течение всей ночи. Положение остальных планет менее благоприятно для наблюдений. Меркурий в этот период очень кратковременно виден под утро сначала в созвездии Рака, а затем в созвездии Льва. Планету Венеру в начале августа можно найти по утрам в созвездии Близнецов, потом она перемещается в созвездие Рака, а в сентябре — в созвездие Льва. Марс и Юпитер видны рано утром в августе в созвездии Близнецов, а в сентябре в созвездии Рака. При этом Марс выглядит как звезда 2^m , а Юпитер — $1^m,5$. Уран и Нептун в конце августа и в сентябре совершенно не будут видны. (Более подробно о видимости планет см. «Земля и Вселенная», № 6, 1965 г.)

Рис. 1

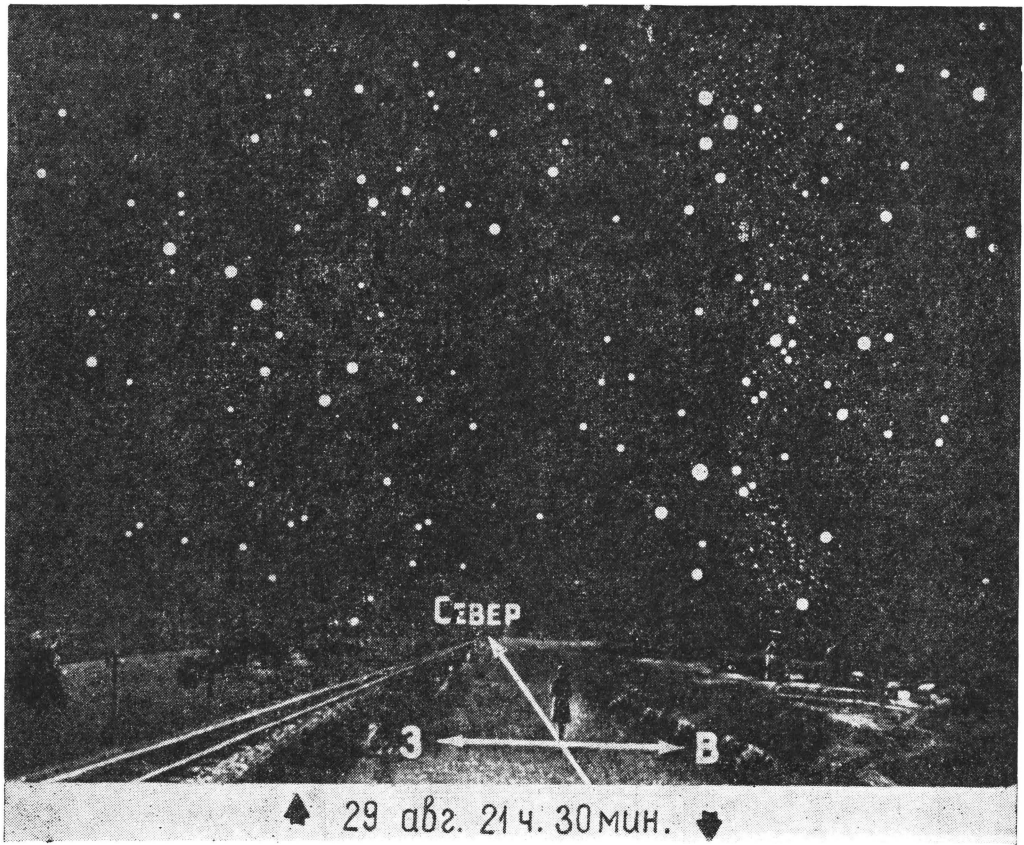
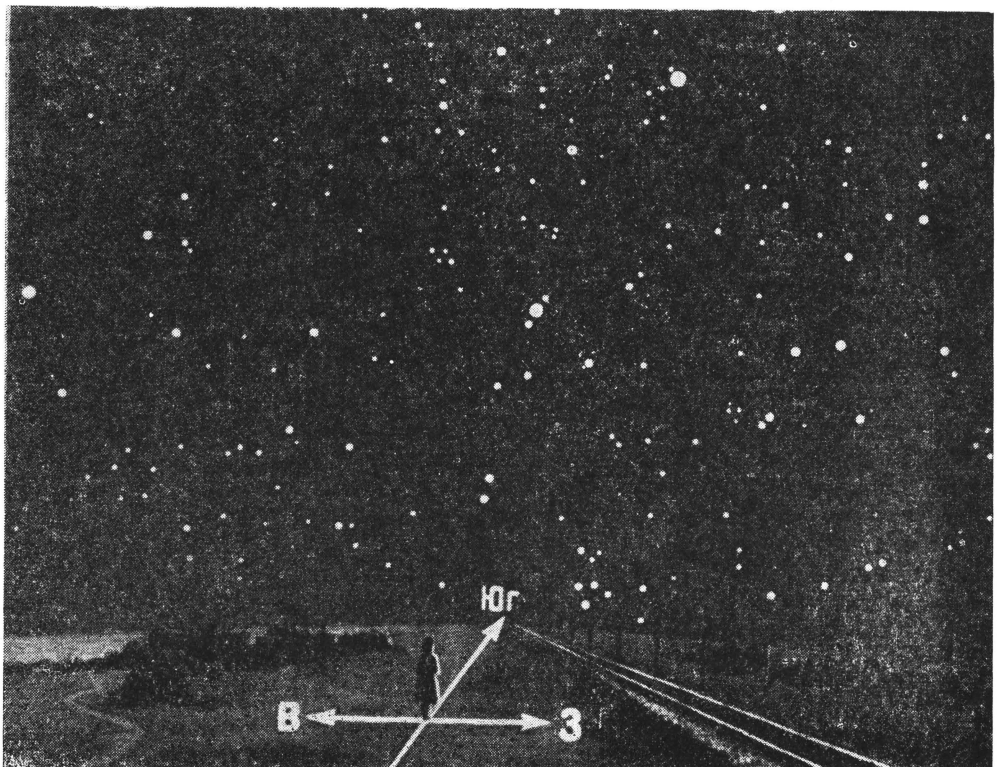


Рис. 2



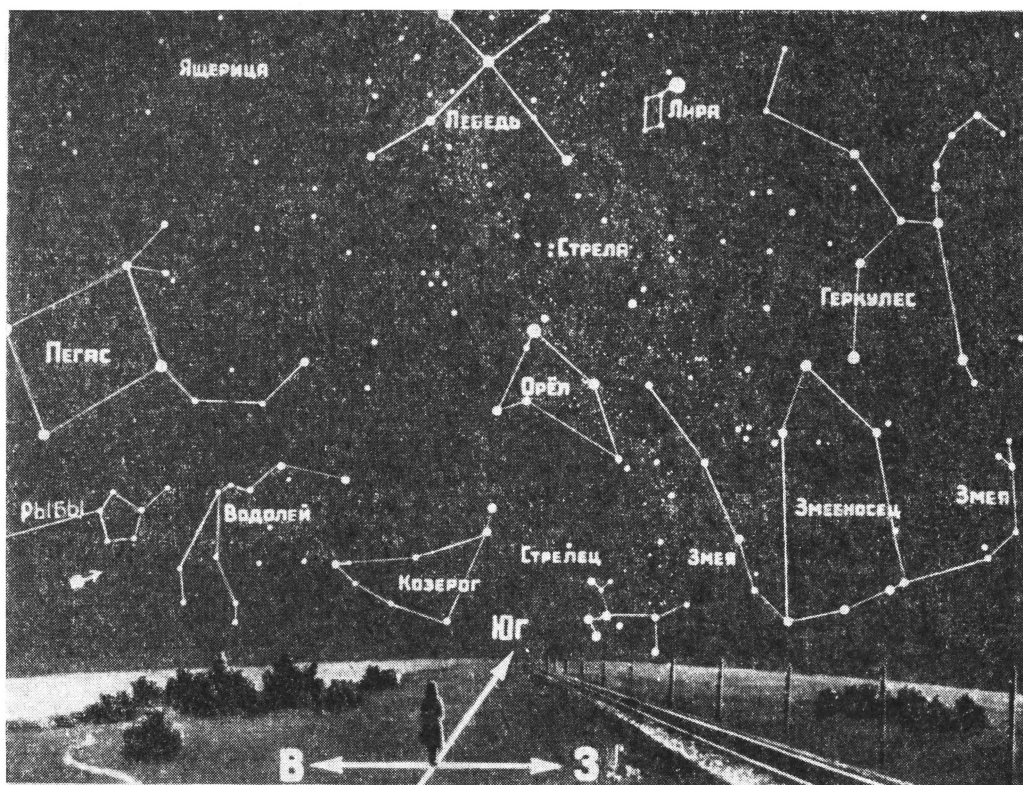


Рис. 3

▲ 29 авг. 21 ч. 30 мин.

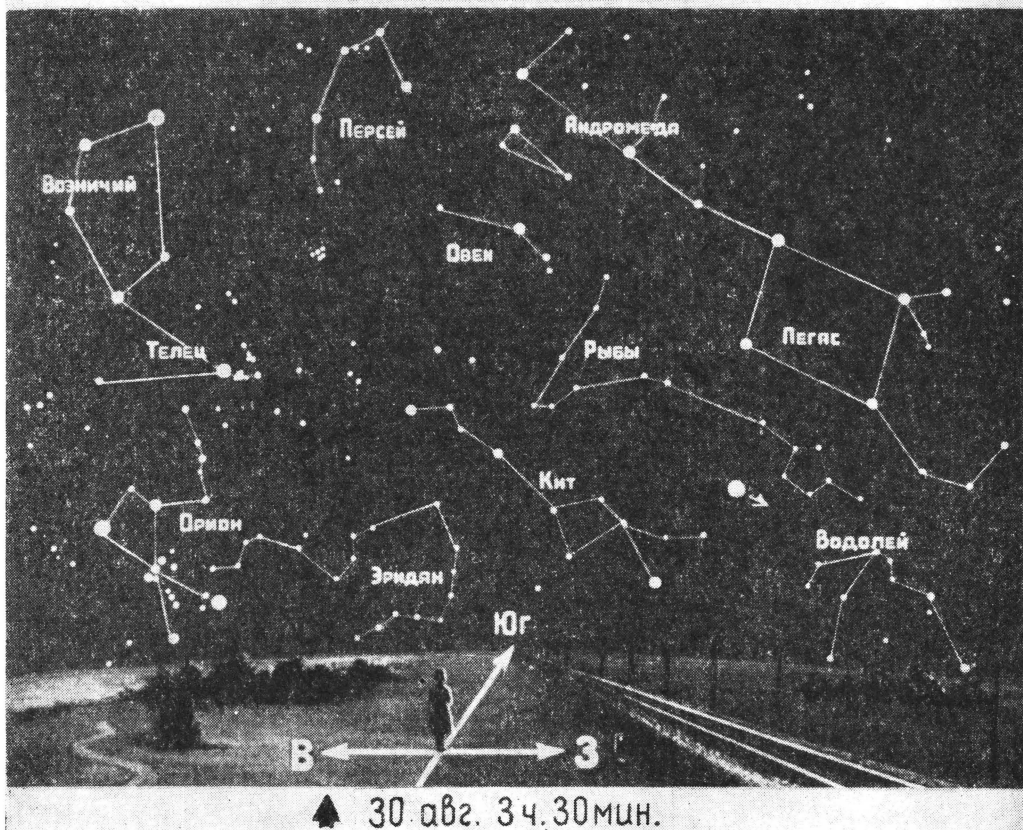


Рис. 4

▲ 30 авг. 3 ч. 30 мин.

ВИДИМОСТЬ КОЛЕЦ САТУРНА

В 1966 г. произойдет интересное и редкое явление, доступное телескопическим наблюдениям — «исчезновение» колец Сатурна.

На рис. 5 показаны орбиты Земли и Сатурна для наблюдателя, смотрящего сверху под некоторым углом. Как известно, плоскость колец Сатурна наклонена к плоскости эклиптики под углом 28° . АВ — линия пересечения плоскости эклиптики с плоскостью колец Сатурна. Поскольку угол наклона колец к плоскости эклиптики остается неизменным, линия АВ перемещается параллельно самой себе и в рассматриваемом нами случае приближается к орбите Земли со скоростью, близкой к орбитальной скорости Сатурна ($9,6 \text{ км/сек}$). При этом участок CD, равный по длине диаметру земной орбиты, будет пройден за

$$\approx \frac{2 \cdot 149,5 \cdot 10^8 \text{ км}}{9,6 \text{ км/сек}} \approx 3,11 \cdot 10^7 \text{ сек} \approx 1 \text{ год.}$$

А так как Земля движется

по своей орбите со значительно большей скоростью ($29,8 \text{ км/сек}$), то за это время она пересекает плоскость колец минимум один раз, максимум — три раза. Явление это повторяется периодически через 14—15 лет.

В 1966 г. исчезновение колец произойдет трижды.

До 15 июня 1966 г. Солнце освещало северную сторону колец Сатурна, а потом стало освещать южную. 15 июня кольца освещались строго с ребра, так как их плоскость проходила через Солнце.

Рассмотрим последовательно вид колец Сатурна по мере перемещения планеты по орбите. Соответствующие положения отмечены на рис. 5 цифрами: 1 — в 1965 г. линия АВ приблизилась к орбите Земли. Раскрытие колец уменьшилось. 2 — 2 апреля 1966 г. Земля прошла через плоскость колец. При этом кольца исчезли. В этом случае на

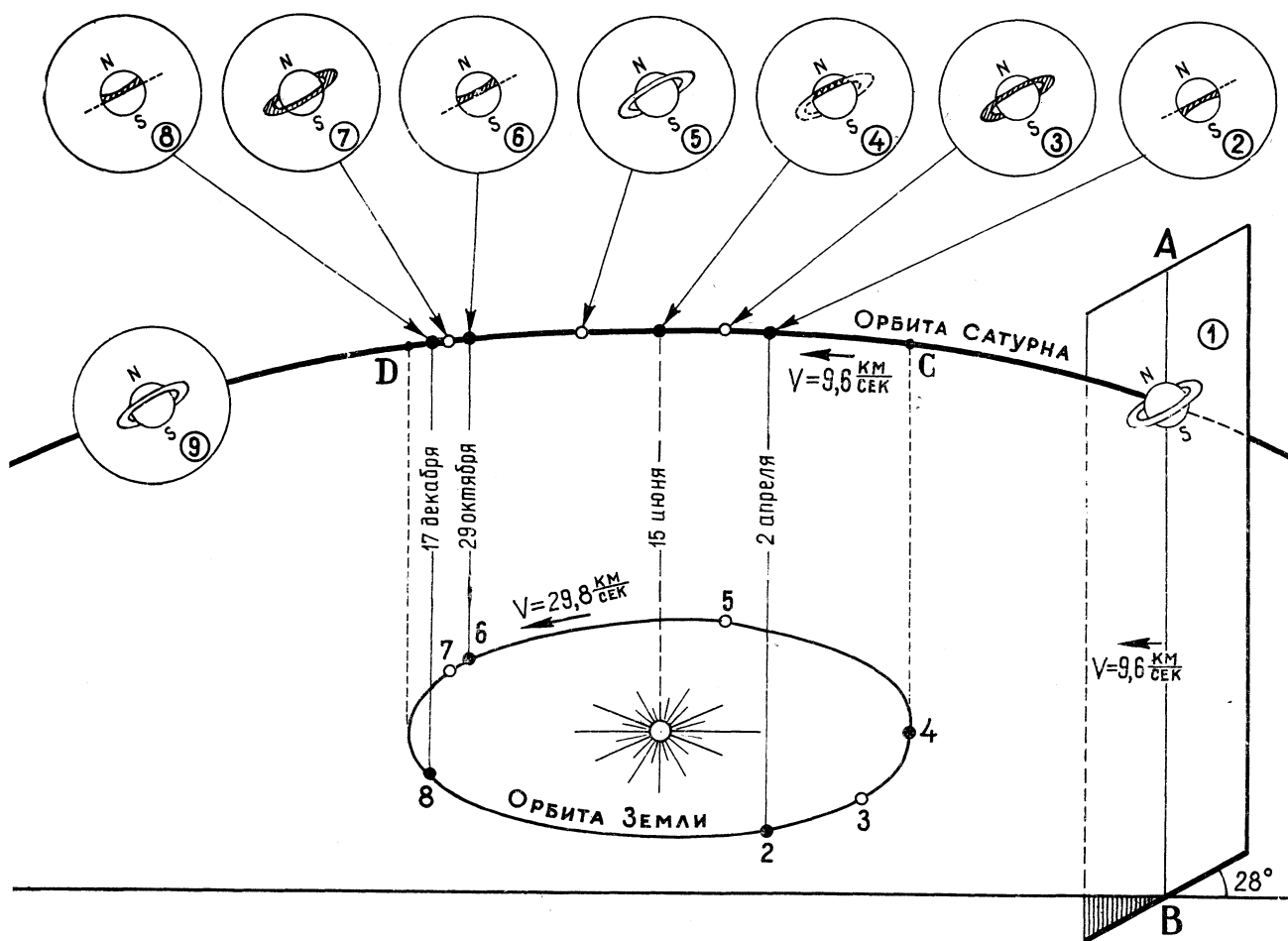


Рис. 5

южную сторону Сатурна проектируется тень колец. (Сатурн в апреле был виден плохо, так как находился вблизи Солнца.) 3 — со 2 апреля по 15 июня кольца наблюдались с неосвещенной Солнцем стороны. Если бы кольца были достаточно плотными, их не было бы видно, но так как кольца тонкие и состоят из материи, равномерно рассеивающей свет, то с неосвещенной стороны они тоже были видны, но только в сильные телескопы. 4 — в момент прохождения плоскости колец через Солнце 15 июня обращенная к нам часть неосвещенных колец проектировалась на диск Сатурна. 5 — после 15 июня стала видна освещаемая Солнцем южная сторона колец. 6 — 29 октября Земля второй раз пройдет через плоскость колец Сатурна. Тень от колец в виде тонкой полосы будет падать на северную часть диска планеты. 7 — с 29 октября до 17 декабря будет видна северная часть колец Сатурна, освещаемых Солнцем с южной стороны. В этот период кольца Сатурна можно будет наблюдать только в сравнительно сильные телескопы. 8 — 17 декабря Земля в третий раз пересечет плоскость колец Сатурна. Будет видна лишь тень от колец на

северной части планеты. (Ширина тени больше, чем 29 октября.) 9 — после 17 декабря можно будет наблюдать южную сторону колец Сатурна. Раскрытие колец будет постепенно увеличиваться, достигая максимума в 1973 г.

В период исчезновения колец Сатурна его спутники, которые обращаются в плоскости, почти совпадающей с плоскостью его колец, будут видны по «одной линии» — подобно обычно наблюдаемым спутникам Юпитера. Любители астрономии, располагающие небольшими телескопами, могут увидеть следующие спутники Сатурна: Титан ($8^m,3$), Рея ($10^m,0$), Тефия ($10^m,6$), Диона ($10^m,7$) и Япет (от $9^m,5$ до $11^m,5$). Может быть, кому-нибудь из любителей астрономии в периоды, близкие к «исчезновению» колец Сатурна, даже удастся пронаблюдать затмения спутников и их прохождения по диску Сатурна.

При наблюдениях следует иметь в виду, что на рисунках показан прямой вид наблюдаемых картин. При телескопических наблюдениях они будут «перевернуты». При этом раскрытие колец на рис. 5 для наглядности гиперболизировано.



РУКОВОДИТЕЛЯМ АСТРОНОМИЧЕСКИХ КРУЖКОВ

Еще недавно астрономических кружков было совсем немного. Успехи в освоении космического пространства стимулировали создание астрономических кружков при многих школах, народных обсерваториях, домах пионеров, планетариях, станциях юных техников. Члены астрономических кружков активные участники олимпиад. Они проводят большую работу в школах, помогая учителям астрономии.

Руководителями кружков являются учителя астрономии, студенты, а иногда и старшеклассники, серьезно заинтересовавшиеся астрономией. В помощь руководителям астрономических кружков Министерство просвещения выпустило примерную программу работы астрономического кружка (Программа школьного астрономического кружка, «Просвещение», 1966).

Интерес к астрономии обычно пробуждается у учащихся значительно раньше, чем они начинают изучать астрономию в X классе. Поэтому программа рассчитана на работу двухгодичного кружка для VIII—IX классов. В объяснительной записке к программе излагаются организационные и методические принципы руководства кружком. Для удобства календарного планирования программа разделена на четыре концентра, соответствующие четырем полугодиям. Программа содержит примерную тематику теоретических и практических занятий кружка. В ней указаны основные приборы и наглядные пособия, а также научно-популярная, справочная и методическая литература, которые могут быть полезны руководителям кружков в процессе подготовки и проведения занятий.

(К стр. 65)

Известно, что скорости ИСЗ в апогее и перигее относятся как соответствующие расстояния спутника от центра Земли. Следовательно,

$$\frac{R + h_{\Pi}}{R + h_A} = \frac{v_{\Pi}}{v_A}. \quad \text{Отсюда находим } R = 6367 \text{ км.}$$

(К стр. 65)

Через каждые 28 лет в високосном году в феврале бывает 5 воскресений (1, 8, 15, 22 и 29). К таким годам относятся, например, 1920, 1948, 1976 гг. В этом можно убедиться, пользуясь подвижным вечным календарем И. Г. Волкова (см. «Земля и Вселенная», № 5, 1965).

АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ ЧИКИН

К столетию со дня рождения

Не многие знакомы с жизнью и деятельностью Александра Андреевича Чикина, пионера отечественной астрономической оптики, предшественника Д. Д. Максудова, Н. Г. Пономарева, Б. К. Иоаннисиани, П. В. Добычина.

А. А. Чикин родился в Харькове 27 сентября 1865 г. Там он проводит свое детство и с 1875 г. по 1884 г. учится во 2-й Харьковской гимназии.

Уже в гимназии у Чикина проявились способности к рисованию и живописи. Он едет в Петербург и в августе 1885 г. поступает в Академию художеств в качестве вольнослушателя. Трудное материальное положение заставило молодого художника одновременно устроиться на работу иллюстратором. В 1892 г. Чикину пришлось совсем оставить Академию. Его дальнейшая художественная деятельность протекала в различных издательствах. Рисунки Александра Андреевича мы встречаем в журналах «Нива» и «Всемирная иллюстрация». Он иллюстрировал некоторые издания классиков — М. Ю. Лермонтова, В. А. Жуковского, И. А. Крылова.

Чикин был страстным путешественником. Так, уже в 1881 г. он предпринимает первую большую экскурсию по окрестностям Харькова, в 1885 г. — по Харьковской области, в 1886 г. — по Крыму, а в 1887 г. — Алек-

сандр Андреевич впервые едет за границу — в Палестину и нижний Египет.

Особенно интересным было путешествие по экваториальной Африке (1888 г.), длившееся около семи месяцев. Вместе с двумя англичанами Чикин и его товарищ по Академии П. Г. Щер-

бов прошли от Момбасы на побережье Индийского океана до Таветы, расположенной у подножья горы Килиманджаро, и были первыми русскими людьми, увидевшими эту высочайшую вершину Африки.

В 1890 г. Чикин и Щербов путешествуют по Кавказу и Пер-



А. А. Чикин.
Рисунок М. М. Шемякина

сии. Их маршрут пролегал от Акстафы через Тебриз, Хамадан, Исфахан, Тегеран и заканчивался на побережье Каспийского моря близ города Пехлеви. Эта богатая приключениями поездка ярко описана Чикиным в рассказе «По Персии. Путевые заметки художника», который печатался в 1893 г. во многих выпусках журнала «Всемирная иллюстрация». Заметки сопровождалось многочисленными оригинальными зарисовками автора.

В 1891 г. Александр Андреевич ездил в Лондон, где совершенствовался в английском языке и овладел им настолько, что позднее писал специальные на-

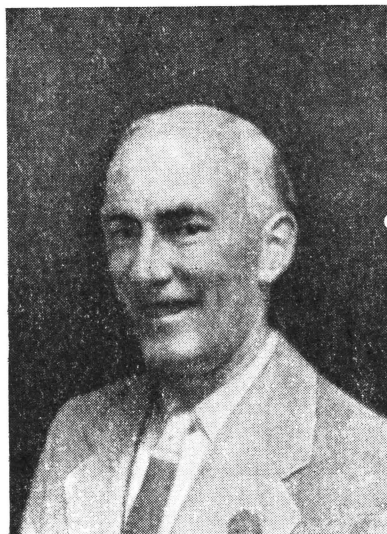
учные статьи в журнале «English Mechanics», был корреспондентом разных изданий в Нижнем Новгороде на Всероссийской выставке (1896 г.), в Париже на Всемирной выставке (1900 г.) и, наконец, во Франции, Швейцарии и Италии (1913 г.).

Исключительно активной была деятельность Чикина в периодических изданиях. Мы уже говорили о его работе в «Ниве» и «Всемирной иллюстрации». С еще большей энергией он работал в журнале «Вестник знания», издававшемся В. В. Битнером. Александр Андреевич — член редколлегии журнала и пишет много научно-популярных статей по мироведению.

После Октябрьской революции Чикин сотрудничает в журналах «В Мастерской Природы» и «Человек и Природа». Журнал «В мастерской Природы» издал несколько его научно-популярных книжек под общим названием «Для умелых рук». Это — «Метеорологическая станция любителя» (1919 г.), «Подвижная карта звездного неба» (1924 г.), «Самодельная астрономическая труба из очковых стекол» (1928 г.), «Самодельный токарный станок и работа на нем» (1929 г.) и др.

Зародившийся еще в детские годы интерес к астрономии вновь начал проявляться у Чикина в 1898 г. Вскоре Чикин стал зани-

Я. Х. ООРТ — ИНОСТРАННЫЙ ЧЛЕН АКАДЕМИИ НАУК СССР



В 1966 г. среди нового пополнения иностранных членов Академии наук СССР мы встречаем имя крупнейшего голландского астронома профессора Яна Оорта.

Ян Хендрик Оорт (род. в 1900 г.) — член Королевской Академии наук Голландии, автор большого числа научных трудов в области астрономии. После окончания Гронингенского университета он в 1922—1924 гг. работал в Йельском университете (США). С 1924 г. Оорт — научный сотрудник астрономической обсерватории при Лейденском университете. С 1945 г. — он директор Лейденской обсерватории.

Я. Х. Оорт — почетный доктор университетов Копенгагена, Глазго, Оксфорда, Лувена, Гарварда, Брюсселя, Кембриджа, Бордо. Я. Оорт с 1935 по 1948 г. был Генеральным секретарем Международного Астрономического Союза, с 1958 по 1961 — его Президентом.

Широко известны выполненные Оортом исследования структуры и динамики Галактики, включающие анализ радионаблюдений. Исследование лучевых скоростей и собственных движений звезд по формулам Оорта (1927 г.) дало окончательное доказательство вращения Галактики.

Оорт оценил массу Галактики, исходя из созданной им теории галактического вращения. В 1938 г. одновременно с советским астрономом М. А. Ватакидзе Я. Оорт предложил новый метод определения звездной плотности с учетом поглощения света (метод Ватакидзе — Оорта). Другие важные области его исследований — это межзвездная среда и происхождение комет.

Читатели нашего журнала имели возможность познакомиться с блестящим докладом Оорта «Строение и эволюция Галактической системы». Этот доклад, прочитанный на XII съезде Международного Астрономического Союза (1964 г., Гамбург), был опубликован с любезного разрешения автора в 1965 г. в №№ 2, 3 журнала «Земля и Вселенная».

На Бюраканском симпозиуме Международного Астрономического Союза «Нестационарные явления в галактиках» профессор Оорт выступил с интересным докладом о новых исследованиях центральной области нашей Галактики.

маться только астрономическими инструментами и, в частности, шлифовкой оптических зеркал. В 1911 г. Александр Андреевич изготавил свое первое параболическое зеркало.

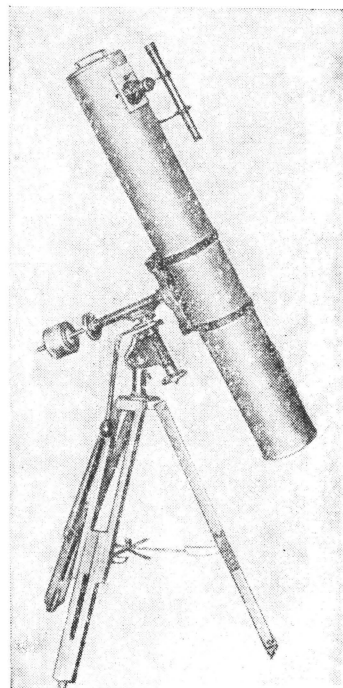
В начале 1909 г. в Петербурге было основано Русское общество любителей мироведения (РОЛМ). Одним из самых активных членов-учредителей этого общества был Чикин. Он нарисовал печать общества и бланк диплома, выдававшегося в первые годы всем членам РОЛМ. Через некоторое время Чикин начал выступать на общих собраниях общества с докладами об изготовлении научных приборов любительскими средствами, постоянно давал любителям советы по шлифовке оптических зеркал. Он помогал не только словом, но и делом — сам шлифовал зеркала для любителей астрономии и школ.

В 1911 г. А. А. Чикин прочел в РОЛМ и в Русском астрономическом обществе интересный

доклад об изготовлении зеркал для отражательных телескопов. Этот доклад в 1912 г. был опубликован в «Известиях Русского астрономического общества». На основе текста доклада Чикин подготовил большой труд, вышедший в свет в начале 1915 г. под названием «Отражательные телескопы», ставший настольным руководством советских любителей телескопостроения.

В марте 1912 г. был основан печатный орган РОЛМ — «Известия Русского общества любителей мироведения». Чикин вошел в состав редакции журнала и часто выступал на его страницах со статьями и заметками о новостях астрономии, об инструментальной технике и любительской практике.

В журнале «Мироведение» — предшественнике нашего журнала «Земля и Вселенная» — Чикин опубликовал идею создания автомобиля-обсерватории для выездов в города и села, далекие от



Один из рефлекторов, сделанных А. А. Чикиным. (Диаметр объектива 140 мм)

ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ им. Ф. А. БРЕДИХИНА

Президиум Академии наук СССР присудил премию им. Ф. А. Бредихина за 1965 г. доктору физико-математических наук С. А. Жевакину за цикл работ по теории звездной переменности, хорошо известных в СССР и за рубежом.

Мы уже знакомили наших читателей с некоторыми идеями, развитыми С. А. Жевакиным (см., например, статью Р. Киппенхана, А. Вайгерта. «Почему пульсируют звезды типа дельта Цефея?», «Земля и Вселенная», № 1, 1966).

Рассматривая пульсирующие переменные звезды как автоко-

лебательные системы, С. А. Жевакин разработал клапанный механизм, согласно которому прозрачность периферической зоны звезды, состоящей в основном из ионизованного гелия, при сжатии звезды уменьшается, а температура и давление в этой зоне возрастают. В результате происходит расширение звезды и усиление лучеиспускания, а затем звезда вновь сжимается под действием сил тяготения.

Теория С. А. Жевакина оказалась в хорошем согласии с данными астрономических наблюдений, которые долгое время нельзя было интерпретировать.





Ф. ХОЙЛ, Дж. ЭЛЛИОТ

Рисунки Р. Авотина

Как помнят читатели, действие романа начинается с того, что в Англии с помощью нового гигантского радиотелескопа принята космическая радиопередача, посланная неизвестной цивилизацией, находящейся в направлении созвездия Андромеды.

Главный герой романа Джон Флеминг, молодой ученый высказывает предположение, что информация, зашифрованная в передаче, представляет собою набор логических условий, которые можно интерпретировать как схему чрезвычайно сложной электронной счетной машины. Кроме того, послание содержит программу для этой машины и огромное количество зашифрованной начальной информации. Для чего предназначена машина, какие идеи и сведения заложены в ее программе и начальной информации, можно узнать только построив машину.

Флеминг и профессор Рейнхарт получили, впрочем не без труда, согласие английского правительства на постройку такой машины. Строить приходится на территории ракетного исследова-

тельского центра, и вся работа окружена стеной секретности.

Профессор Рейнхарт остается формальным руководителем работ. Деннис Бриджер, решивший было перейти в частную фирму, все-таки вошел в состав группы. Он подкуплен международным картелем «Интель», который заинтересован в получении сведений о создаваемой машине. Джуди Адамсон также остается при группе секретным сотрудником службы безопасности. Среди новых сотрудников группы программистка Кристин Флемстед.

Постройка «сверхмашины» идет успешно, и уже через полтора года после того, как в Болдершоу-Фелл было впервые принято космическое послание, машина готова к запуску. Директор ракетного центра Джирс, хотя и относится ко всему предприятию скептически и даже с ревностью, все же настоял на том, чтобы запуск машины был обставлен торжественно. Джирс рассчитывает, что в случае удачи отблеск славы падет и на него.

Продолжение. Начало см. «Земля и Вселенная», №№ 2, 3, 1966 г.

Перевод Г. С. ХРОМОВА

ФАНТАСТИКА

ФАНТАСТИКА

К полудню следующего дня прибыла первая партия столичных гостей; в столовой для них был накрыт завтрак.

Пробираясь между чиновниками в темно-серых костюмах, Джуди раздавала информационные листки и чувствовала себя полной сил, бодрой и даже счастливой. Флеминг с Бриджером и Кристин были у машины, вводя последние группы данных. Рейнхарт и Осборн заперлись с Джирсом.

Ванденберг, Уотлинг и мистрисс Тэйт-Аллен с верным и безгласным Ньюби приезжали двухчасовым поездом, и для их встречи были высланы две самые лучшие машины. Министр должен был прибыть к трем часам на вертолете.

К этому времени дождевые облака поредели и на плацу в центре территории выстроился почетный караул. Рейнхарт и Кводринг дожидались там же; майор облачился в свой лучший мундир с новыми орденскими ленточками; профессор нервно комкал старенький капроновый плащ.

Остальные гости и хозяева собрались при входе в здание новой счетной машины и с надеждой смотрели в небо.

Наконец появился долгожданный вертолет. Он словно озабоченная птица помедлил над плацем и присел на свои гидравлические лапы. Останавливающиеся винты еще минуту с шипением резали воздух, а затем замерли. Дверца открылась, и достопочтенный Джеймс Рэтклифф выбрался наружу. Солдаты взяли «на караул», Кводринг — под козырек, а маленький Рейнхарт торопливо засеменял вперед, почтительно пожал руку и повел министра к собравшимся. Рэтклифф выглядел превосходно, словно только что принял ванну. Он потряс руку Джирсу, остальным достались в меньшей или большей степени лучезарные улыбки.

— Как поживаете, доктор? С вашей стороны было очень любезно дать приют нашему скромному начинанию.

Джирса словно подменили.

— Это такая честь для нас, сэр, содействовать подобным исследованиям — сказал он, изобразив самую великолепную из имеющихся у него в запасе улыбок. — Чистая наука рядом с нами, грубыми прикладниками!

Осборн с Рейнхартом переглянулись.

— Давайте же войдем в здание, — предложил Осборн.

— Да-да, конечно! — министр снова расцвел в улыбке. — А-а-а, Ванденберг, рад, что и вы приехали.

Джирс опередил всех и вцепился в дверную ручку.

— Пожалуй, лучше мне? — он с вызовом посмотрел на Рейнхарта.

— Давайте, — сказал тот.

— Сюда, сюда, пожалуйста, господин министр. — Захлопотал Джирс, опекая высокого гостя.

На сей раз в зале, где помещалась машина, было полное освещение, и Джирс с гордостью играл роль хозяина. Рейнхарт и Осборн не мешали ему в этом, а Флеминг угрюмо наблюдал спектакль, стоя у пульта управления. Джирс представил Бриджера и Кристин и под конец — как бы между прочим — самого Флеминга.

— Это доктор Флеминг, который сконструировал

все это. Вы его, наверное, знаете, господин министр.

— Конструкторы живут в созвездии Андромеды, — сказал Флеминг. Рэтклифф рассмеялся, как над первоклассной остротой.

— Ну, ведь и вам пришлось немало поработать. Теперь я вижу, зачем вы требовали столько денег.

В зале наконец собралась вся компания. Мистрисс Тэйт-Аллен больше всего пленилась неоновыми лампочками, а темно-серые костюмы с суетливым интересом изучали голубые панели аппаратных стоек. Флеминга вместе с Осборном отнесли на задний план.

— Нет хуже работы, чем показывать работу!

— Не форсите. В конце концов, это нужно рассматривать даже как честь, — сказал ему Осборн. — Они ведь вам доверили: полномочия, власть...

— Ну и дураки, значит.

С этим Осборн не согласился. После того, как гости обошли вокруг колонны напоминающего устройства, все столпились перед пультом управления.

— Итак? — сказал Рэтклифф.

Флеминг взял со стола несколько листов бумаги, испещренных цифрами.

— Вот, — сказал он так тихо, что вряд ли его кто-нибудь услышал, — вот последние группы данных, содержащихся в космическом послании.

Рейнхарт громко повторил сказанное, взял из его рук бумаги и пояснил: — Сейчас мы введем эти данные через входное устройство и этим включим машину.

Он передал бумаги Кристин, которая села за телетайп и застучала по клавишам. Делала она это очень ловко и выглядела на редкость хорошенькой; публика восхищалась. Когда она кончила, Флеминг и Бриджер щелкнули переключателями, нажали кнопки на пульте и замерли в ожидании. Министр тоже ждал. Из недр машины доносилось ровное гудение. Кто-то кашлянул.

— У тебя все в порядке, Деннис? — не выдержал Флеминг. В то же мгновение замигали индикаторные лампочки.

Сначала все шло очень хорошо. Давались пояснения: лампочки показывают, как данные проходят через машину. Как только она закончит свои расчеты, полученные результаты будут печататься на этой широкой бумажной ленте. Но ничего подобного так и не произошло. Прошел час, а они все еще стояли и ждали. В пять часов переставший улыбаться министр влез в свой вертолет, взмыл в небо и улетел к югу. В шесть уехали на станцию остальные гости, чтобы успеть на вечерний поезд до Абердина. Их сопровождал безмолвный и подавленный Рейнхарт. В восемь ушли домой Бриджер и Кристин.

Флеминг остался в опустевшем зале, вслушиваясь в гудение машины и напряженно вглядываясь в мерцание лампочек на индикаторной панели. Джуди пришла, как только разделалась со своими делами, и сейчас сидела рядом с ним за пультом. Он молчал, даже не ругался и не жаловался, а она все не могла придумать, что бы ему сказать.

Стрелки часов на стене приблизились к десяти,

и вдруг лампочки перестали мигать. Флеминг глухо вздохнул и решительно поднялся, чтобы уйти. Джуди робко тронула его за рукав, желая как-то утешить. Он повернулся к ней. В этот момент в тишину ворвалась дробь ожившего печатающего устройства.

Рейнхарт решил переночевать в Абердине, где в то время проходил съезд шотландских университетов. Впрочем, съезд был только предлогом: ему просто не хотелось провести остаток пути лицом к лицу со своими вежливо-снисходительными лондонскими компаньонами.

Единственной отрадой для него была встреча с Мадлен Дауни — старым другом, профессором химии Эдинбургского университета. Возможно, что она была одним из наиболее одаренных биохимиков Англии, и безусловно глубоким ученым. Впрочем, при этом профессор Дауни обладала очарованием «пробирки обтянутой усохшей кожей», как непочтительно острили ее студенты. Они долго беседовали, после чего Рейнхарт вернулся в свой номер и предавался печальным размышлениям.

Утром ему принесли телеграмму из Торнесса: «АНШЛАГ. ВСЕ ЧЕТЫРЕ КОЗЫРНЫХ ТУЗА. БЫСТРЕЕ ПРИЕЗЖАЙТЕ. ФЛЕМИНГ». Он отказался от заказанного места в лондонском самолете, взял билет на поезд и снова отбыл на северо-запад, пригласив с собой Дауни.

— Что значит эта абракадабра? — поинтересовалась она.

— Дай бог, чтобы она значила что-нибудь неожиданное. Проклятая машина обошлась в несколько миллионов, и прошлой ночью я уже примирился с мыслью, что мы станем посмешищем для всего Уайтхолла.

Рейнхарт не вполне отдавал себе отчет, зачем везет с собой Дауни. Возможно, ему просто хотелось иметь хоть какую-то моральную поддержку.

Когда он позвонил со станции с просьбой прислать машину и выписать еще один пропуск, его соединили прямо с кабинетом майора Кводринга.

— Черт бы побрал этих ученых! — сказал тот своему писарю. — Ездят, понимаешь, взад-вперед, словно тут им базар какой! — Он взял заполненный писарем бланк пропуска и вышел в коридор, направляясь к Джирсу. В общем-то Кводринг отличался неплохим характером, но у него только что побывала Джуди с очередным докладом, и это вывело майора из равновесия.

— Не знаю, подпишете ли вы это, сэр? — он положил пропуск перед Джирсом.

— Кто это?

— Да вот профессор Рейнхарт кого-то привез.

— Вы его проверяли?

— По правде, это не он, а она.

— Как ее имя? — Джирс скосился на пропуск сквозь бифокальные очки.

— Профессор Дауни.

— Дауни? Мадлен Дауни? — Он снова посмотрел — уже заинтересованно. — Можете не беспокоиться. Я знал ее еще в Манчестере до того, как она уехала оттуда.

Подписывая пропуск, он улыбнулся, наверное, каким-то воспоминаниям. Кводринг нерешительно переступал с ноги на ногу.

— Трудно за ними следить, за этой публикой из Министерства науки.

— Ну, пока они сидят в своем здании... — Джирс вручил ему подписанный пропуск.

— Они не сидят.

— Кто же из них?

— Бриджер, например. Он только и делает, что ездит на своей лодке на остров.

— Он же любитель наблюдать за птицами.

— Мы думаем, что здесь что-то другое. Я лично подозреваю, что он возит с собой материалы.

— Материалы? — Джирс резко поднял голову, блеснув очками. — У вас есть доказательства?

— Нет.

— Ну, тогда...

— Может быть, можно будет обыскать его на причале?

— Хорошо, а если у него ничего нет?

— Это было бы странно.

— И все мы оказались бы в порядочных дураках? — Джирс снял очки и критически уставился на майора. — Ну, а если и вправду что-то есть, он бы только насторожился.

— Он, наверняка, в чем-то замешан.

— Так представьте факты, и мы примем меры.

— Не вижу пока возможности сделать это.

— Но ведь вы же ответственны здесь за режим?

— Да, сэр.

Джирс погрузился в недолгое раздумье.

— Хм! — Он, щелкнул дужками, сложил очки, показывая, что предмет разговора исчерпан. — Если вы идете к счетной машине, то захватите, пожалуйста, профессору Дауни ее пропуск.

— Нет, я не туда.

— Тогда пошлите кого-нибудь. И передайте ей от меня привет. Кстати, передайте еще, что если они освободятся не слишком поздно, то не заглянут ли ко мне на рюмку хереса.

— Хорошо, сэр. — Кводринг осторожно попятился от стола.

— Да, я полагаю, что и Флеминг мог бы прийти, если он будет с ними.

— Есть, сэр.

Кводринг наконец добрался до двери. Джирс задумчиво смотрел на потолок, думая о Мадлен Дауни.

— Хотелось бы мне, чтобы у нас здесь проводилось больше научно-исследовательских работ — устаешь заниматься одними прикладными делами.

Кводринг поспешно ретировался.

Нести пропуск пришлось Джуди. Она застала Дауни у пульта управления: Рейнхарт и Бриджер поясняли ей смысл окружающего, в то время как Кристин пыталась поймать Флеминга по внутреннему телефону. Джуди отдала пропуск и представилась.

— Уполномоченная по связи с прессой? Что же, рада, что они хоть что-то предоставляют делать девушкам, — сказала Дауни резким мужским голосом. Она глядела на собеседника строго, но без враждебности. Рейнхарт казался обеспокоенным и непривычно нервным.

— Не знаете, чего хотел Джон?

— Не знаю, — ответила Джуди. — По крайней мере, я не вполне поняла это.

Через минуту поспешно вошел Флеминг.

— А, вы уже приехали!

Рейнхарт так и кинулся к нему:

— Что случилось?

— Здесь нет посторонних? — спросил Флеминг, холодно взглянув на Дауни.

Раздраженный от нетерпения, Рейнхарт представил их друг другу и беспокойно переступал своими маленькими ножками, пока Дауни спрашивала у Флеминга мелкие подробности устройства машины.

— Мадлен уже и так все знает!

— Тогда ей повезло. Хотел бы и я все знать, — Флеминг выудил из кармана сложенный лист бумаги и вручил его профессору.

— Что это? — Рейнхарт развернул лист. Флеминг с наслаждением следил за ним, как маленький мальчик, подстроивший трюк взрослым. На бумаге было отпечатано несколько строчек цифр.

— Когда это произошло? — взволнованно спросил Рейнхарт.

— Прошлым вечером, когда все ушли. Здесь были только мы с Джуди.

— И даже не сказал мне? — укоризненно вмешался Бриджер.

— Ты ведь ушел.

Рейнхарт, наморщив лоб, смотрел на цифры.

— Это что-нибудь вам говорит? — спросил он.

— Разве вы не узнаете?

— Пожалуй, что нет.

— Разве это не относительные расстояния между энергетическими уровнями атома водорода?

— Как по-вашему? — Рейнхарт передал бумагу Дауни.

— Ты хочешь сказать, — спросил Бриджер, — что машина вдруг так и выдала это?

— Что же, вполне возможно. — Дауни медленно вела глазами по цифрам. — Действительно, похоже на относительные частоты. Ну и чудеса!

— Да тут все не очень-то обыкновенное, — сказал Флеминг.

Дауни еще раз пробежала глазами цифры и утвердительно кивнула.

— Я не совсем улавливаю, в чем здесь дело, — робко сказала Джуди, чувствуя себя ужасной тупицей.

— Можно подумать, что там, — Дауни показала пальцем на потолок, — кто-то страшно захотел сообщить нам то, что мы давно уже знаем об атоме водорода.

— А это — точно атом водорода? — Джуди вопросительно посмотрела на Флеминга, который промолчал. Мадлен Дауни повернулась к Рейнхарту.

— Пожалуй, можно разочароваться!

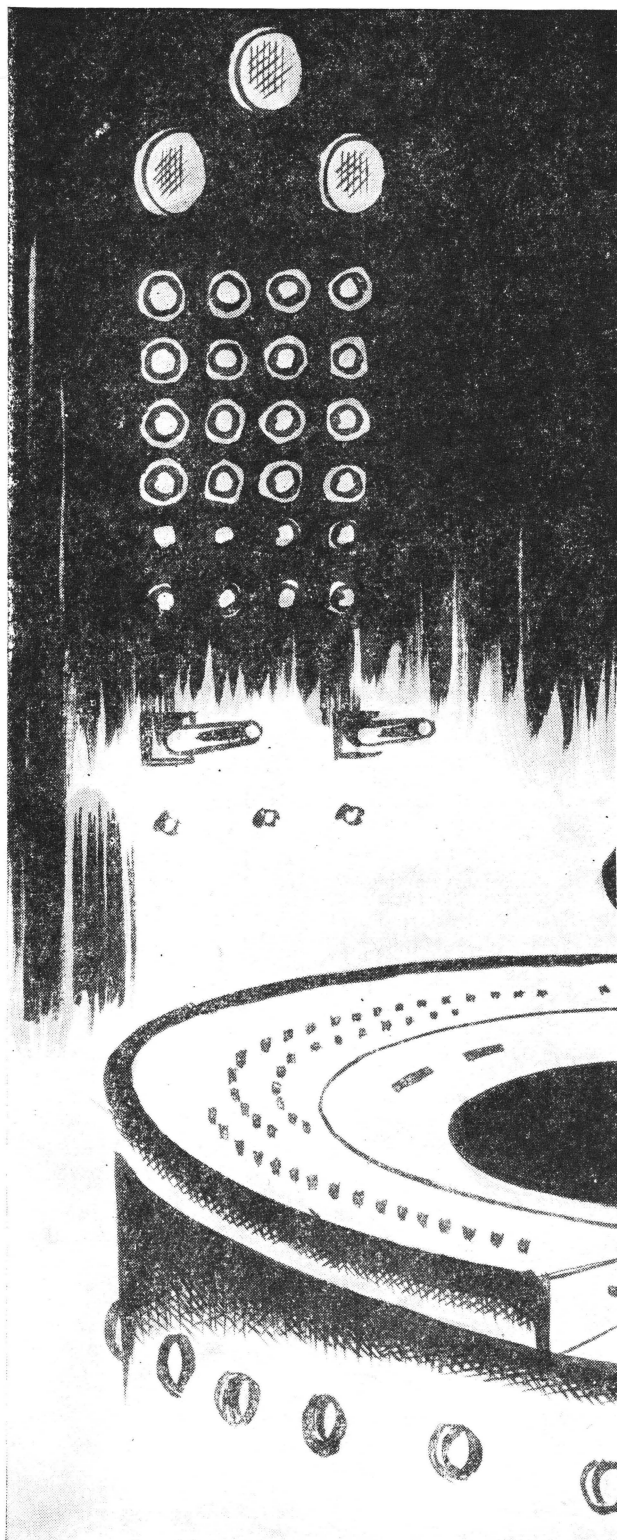
— Ну, уж я-то не разочарован, — спокойно сказал Флеминг. — Это отправная точка. Итак, начало есть; пойдем ли мы дальше?

— А как вы собираетесь продолжать? — спросила Дауни.

— Ну, водород — самый распространенный элемент во Вселенной. Так? Следовательно, схема водородного атома есть простая и универсальная единица информации. Если мы ее не опознаем, то машине нет смысла продолжать, а если опознаем, то она может задать следующий вопрос.

— Какой следующий вопрос?

— Мы еще не знаем. Но бьюсь об заклад, что это только первый шаг в долгой игре в вопросы и ответы. — Он взял бумагу из рук Дауни и тор-





жественно вручил ее Кристин.— Введите-ка это в машину.

— Серьезно? — Кристин вопросительно перевела взгляд на Рейнхарта.

— Серьезно.

Рейнхарт не произнес ни слова, но в нем произошла перемена. От недавней подавленности не осталось и следа, загоревшиеся глаза смотрели настороженно.

Пока Кристин устраивалась за входным теле-тайпом, а Бриджер делал на пульте необходимые переключения, остальные молчаливо и сосредоточенно ждали.

Кристин бойко стучала по клавиатуре, из-за металлических панелей неслось ровное гудение. Машина, казалось, действительно заполняла все вокруг — огромная, бесстрастная и ожидающая. Дауни рассматривала все эти ряды голубых панелей и ритмически пульсирующие огоньки неонов, хоть и без такого благоговения, как Джуди, но с интересом.

— Значит, вопросы и ответы. Вы уверены в этом?

— Находясь там, среди звезд, вы не могли бы непосредственно спросить нас, что мы знаем, а что нет. А этот субъект — может, — Флеминг кивнул в сторону индикаторной панели машины. — Может, если только он действительно рассчитан и сконструирован для того, чтобы сделать это за них.

Дауни снова повернулась к Рейнхарту.

— Если доктор Флеминг на правильном пути, у нас в руках действительно что-то невероятное.

— У Джона чутье на такие вещи, — сказал Рейнхарт, не отрывая глаз от рук Кристин.

Когда она окончила, ничего неожиданного не произошло. Бриджер колдовал кнопками и переключателями пульта, а остальные ждали. Флеминг заволновался.

— Ну что там, Деннис?

— Я не знаю.

— Вы могли ошибиться, — сказала Джуди.

— Пока не ошибались!

Едва Флеминг произнес эти слова, лампочки на индикаторной панели замигали, а через секунду со стрекотом заработало печатающее устройство. Они сгрудились вокруг, глядя, как широкая бумажная полоса, скачками разматываясь с рулона, покрывается рядами цифр.

Один из длинных низких шкафчиков в кабине Джирса скрывал миниатюрный бар. Директор — само радушие — выставил на его крышку четыре стакана и вытащил с нижней полки бутылку джина.

— То, что делает Рейнхарт со своими людьми — ужасно интересно. — Джирс был хоть и не в лучшем своем костюме, но при самых лучших манерах — ради визита Дауни. — Вчера, правда, случилась небольшая осечка, но сейчас, как я подозреваю, все наладилось?

Дауни, утопавшая в одном из кресел, подняла глаза и встретила злой взгляд Рейнхарта.

Осторожно цедя настойку в один из стаканов, Джирс продолжал:

— Хоть у нас тут и много всего настроено, мы занимаемся, по сути дела, только одними примитивными железяками. На нас, правда, лежит зна-

чительная часть национальной ракетной программы и поэтому здесь приходится держать много всякой всячины, но лично я с удовольствием бы переоделся в какой-нибудь старый костюм и вернулся в лабораторию. Настойки достаточно?

Он поставил наполненный стакан на свой письменный стол, в уровень с ухом Дауни. Стакан был воткнут в картонную подставку — чтобы не портить полировку.

— Спасибо, достаточно. — Дауни едва видела стакан и с трудом дотягивалась до него, не вставая с места. Джирс полез в шкафчик за другой бутылкой.

— А вам херес, Рейнхарт? — Херес был налит. — Сидя в административном кресле, так тупеешь! Итак, ваше здоровье... Рад снова видеть вас, Мадлен. Чем вы сейчас занимаетесь?

— ДНК, хромосомами, происхождением жизни. — Дауни поставила стакан на стол и закурила сигарету, по-мужски выпуская дым через ноздри. — Я тут попала в небольшой тупичок. Как раз собиралась куда-нибудь уехать и хорошенько подумать, да встретила Эрнеста.

— Оставляйтесь и думайте здесь, — Джирс mildly улыбнулся ей, но тут же опять стал серьезным. — Куда же пропал Флеминг?

— Будет через несколько минут, — сказал Рейнхарт.

— Он у вас парень с головой, только немного трудный, — сообщил ему Джирс. — Похоже, что у вас вообще подобралась здесь трудная публика?

— Кроме трудной публики у нас есть и результаты, — невозмутимо ответил Рейнхарт. — Машина начала печатать.

Джирс высоко поднял брови.

— Неужели? Что же она печатает?

Ему рассказали.

— Очень странно! Очень, очень странно. А что получилось, когда вы снова ввели это в машину?

— Она выдала массу цифр.

— Что же это за цифры?

— Понятия не имеем. Мы долго разбирались, но пока... — и Рейнхарт пожал плечами.

Небрежно стукнув в дверь, вошел Флеминг.

— Это сюда меня звали?

— Ну, входите, входите, — сказал Джирс, будто обращаясь к способному, но не в меру бойкому студенту. — Выпить хотите?

— А когда я не хочу?

Флеминг принес с собой бумажные ленты, покрытые цифрами. Он небрежно бросил их на стол, чтобы взять себе стакан.

— Чем-нибудь порадуете? — спросил Рейнхарт.

— Отнюдь. Тут что-то не так — либо с ним, либо с нами.

— Это последние результаты? — спросил Джирс. Он развернул ленты и принялся их рассматривать. — Да, придется немало потрудиться над анализом. Если мы сможем чем-нибудь помочь...

— Да нет, это должно быть просто. — Флеминг говорил медленно и задумчиво, будто пытаясь вспомнить что-то знакомое, но вместе с тем постоянно ускользающее. — Уверен, что это должно быть совсем просто. Здесь что-то, что мы должны в конце концов легко опознать.

— Тут есть одна часть, — Рейнхарт подтянул ленту к себе и принялся ее перематывать, — одна

часть, которая кажется мне как-то смутно знакомой. Взгляните-ка еще раз на эти цифры, Мадлен. Мадлен взяла ленту.

— Чего именно вы ожидаете?— спросил Джирс Флеминга, когда тот наполнял свой стакан.

— Не знаю. Я еще не понял правил игры.

— Вас не интересует углеродный атом?— Дауни с легкой улыбкой подняла на них глаза, спокойно откинувшись в своем кресле.

— Углеродный атом!?

— Здесь он представлен несколько иначе, чем обычно делаем мы; впрочем... да, это вполне может быть описанием структуры углерода. Не это ли вам казалось, Эрнест?

Рейнхарт и Джирс снова склонились над лентой.

— Признаюсь, я что-то не соображу...— пробормотал Джирс.

— Ведь вполне возможно, что это так. Разве нет?

— Да-да, вполне возможно. Я сейчас думаю, не может ли это быть чем-нибудь другим.

— Не должно быть ничем другим,— твердо сказал Флеминг. В его глазах засветилась уверенность, от прежней задумчивости не оставалось и следа.— Разберемся с самого начала: вспомните вопрос о водородном атоме. Он спрашивает нас, к какой форме жизни мы принадлежим. Все остальные цифры — это прочие возможные пути построения живой материи. Но мы о них ничего не знаем, потому что земная жизнь основана на углероде.

— Хорошо, но пока это только теория,— заметил Рейнхарт.— А что нам сейчас делать? Снова ввести в машину цифры, относящиеся к атому углерода?

— Если вы хотите сообщить ему, из чего мы сделаны. Он, пожалуй, не забудет этого.

— Вы что же, предполагаете, что у машины может быть интеллект?— спросил Джирс, у которого не было времени фантазировать.

— Смотрите сами,— повернулся к нему Флеминг.— Перехваченное нами послание содержит две вещи. Первое: оно подразумевает постройку машины и сообщает, как это сделать. Второе: оно дает нам массу основных данных, которые нужно ввести в машину, когда она будет построена. Пока мы не знаем, что заключено в этих данных, но теперь начинаем узнавать. Имея информацию, которая содержится в основной программе, и то, что сообщим ему мы, он сможет узнать о нас все, что ему заблагорассудится. И он без сомнения научится это использовать. Если это не разумное существо, то что же это?

— Просто очень полезная машина,— сказала Дауни. Флеминг резко повернулся к ней:

— Ну конечно, раз нет протоплазмы, ни один биохимик не способен вообразить, что может быть мысль!

Дауни пренебрежительно фыркнула.

— Чего же все-таки вы боитесь, Джон?— спросил Рейнхарт.

— Конечной цели всего этого. Послание было передано не для развлечения. Машина предназначена не для нашей пользы.

— У вас травмированная психика,— заметила Дауни.

— Вы так считаете?

— Вам выпало счастье — воспользуйтесь же им! — Дауни обратилась к Рейнхарту.— Если вы

последуете методу доктора Флеминга и введете в машину формулу углерода, то, наверное, получите что-нибудь еще. Таким путем можно строить все более сложные структуры, используя для обработки вашу замечательную машину. Только и всего. Тут все предельно ясно! Воспользуйтесь же случаем!

— Ну как, Джон?— обратился к Флемингу Рейнхарт.

— На меня можете не рассчитывать.

— Вы бы не взялись за это дело, Мадлен?— спросил профессор.

— А почему вы сами не хотите?— спросила она в ответ.

— Слишком уж далеко от астрономии до биосинтеза. Если университет отпустит вас...

— Мы вас устроим у себя.— Коли уж Джирс за что-то брался, то с ним зевать не приходилось.— Вы ведь говорили, что зашли сейчас в тупик?

Дауни колебалась.

— Вы стали бы со мной работать, доктор Флеминг?

Флеминг покачал головой.— Здесь прежде надо крепко подумать...

— Не уверена.

— Я сделал все, что хотел. И даже больше, чем собирался сделать, чтобы доказать, что я прав. А дальше я не пойду.

Рейнхарт раскрыл было рот, однако Флеминг уже повернулся спиной.

— Очень хорошо! — сказал профессор.— Так вы беретесь, Мадлен?

Об остальном они договорились уже после ухода Флеминга.

Дауни перебралась в Торнесс на следующей неделе и немедленно принялась работать на счетной машине. Ей помогали Бриджер и Кристина, всячески содействовал Джирс, вдруг преисполнившийся энтузиазма и внимания. Флеминг вернулся в Лондон, и Джуди ничего о нем не знала.

Бриджер продолжал оставаться загадкой. С каждым днем он становился все более мрачным и замкнутым. Работал он хотя и усердно, но без увлеченности и проводил все свое время, наблюдая, как улетают последние пернатые обитатели Торхольма.

Вечерние краски осени сменялись зимним сумраком. В Лондоне Флеминг засел за пересмотр всего текста космического послания и своих первоначальных расчетов. В Болдершоу-Фелл все еще следили за сигналом, но теперь это шло уже просто по инерции: код оставался неизменным. Перевернув заново все свои материалы, Флеминг так и не смог найти ответа на беспокоивший его вопрос.

В Торнессе, у Дауни, дела шли куда лучше.

— Парень был прав насчет одного,— как-то сказала она Рейнхарту.— Это вроде игры в вопросы и ответы. Мы ввели в машину цифры, относящиеся к углеродному атому, и она немедленно отстучала структуру белковой молекулы.

Когда же Дауни снова ввела этот результат в машину, последовали другие вопросы. Машина предлагала формулы множества различных структур, основанных на протеинах, и явно требовала больших сведений об этих белках. Дауни пришлось усадить за работу свой отдел в Эдинбургском университете. Помимо ответов на вопросы машины, они совали в нее все, что было известно

о строении клетки. К новому году машина предложила им молекулярную структуру гемоглобина.

— Почему именно гемоглобина? — спросила Джуди, которая поехала с Дауни в Эдинбург в надежде понять, что происходит.

— Гемоглобин, входящий в состав крови, осуществляет электрическое питание мозга.

— Машина предложила это вам как одну из многих возможностей? — спросил Рейнхарт. Они собрались все трое в кабинете Дауни в одном из старых серых университетских зданий, когда та заявила, что хочет вынести вопрос на рассмотрение Министерства.

— Да, — ответила Дауни, — так же, как и раньше. И мы опять ввели эти цифры в машину.

— Значит, теперь ей известно, как питается наш мозг.

— Ну, сейчас она знает гораздо больше.

Рейнхарт провел по подбородку своими маленькими пальчиками.

— Зачем все-таки ей это нужно?

— Эрнест, неужели и вы попали под влияние Флеминга? — укоризненно промолвила Дауни. — Машина ничего не хочет знать. Она лишь делает логические выводы из той информации, которую сообщаем ей мы, и той, что в ней уже содержится. Это же только счетная машина!

— Только ли? — То немногое, что знала Джуди, заставляло ее разделять сомнение Рейнхарта.

— Слушайте, — сказала Дауни, — давайте лучше мыслить научно, без мистики?

— Но ведь и профессор Рейнхарт...

Рейнхарт замаялся. — Флеминг сказал бы, что машина хочет знать, какой разум ей противостоит — какого рода счетными машинами мы являемся, как велик наш мозг, как мы питаем его, что за существа являются его носителями...

— Позвольте мне заметить, что этот молодой человек эмоционально неуравновешен, — нетерпеливо сказала Дауни. Она махнула рукой в сторону стеллажей, забитых рулонами бумажной ленты. — У меня сейчас так много материала, что мы работаем не разгибаясь. Так вот, у меня появилась некая общая идея — за тем я вас и позвала. Я предполагаю, что машина дает нам основную схему структуры живой клетки.

— Живой клетки?

— Нам, правда, от этого, так сказать, не легче. Все что у нас есть — это только огромное множество чисел, настолько сложное, что даже не удается его полностью понять.

— Почему же?

— Взгляните на его объем! Нам удалось различить нечетное число двойных групп — хромосомные структуры, но полный анализ занял бы год!

— Пожалуй, — если от вас действительно требуется именно это.

— Что вы имеете в виду?

Подумав, Рейнхарт сказал: — Мне нужно поговорить с Флемингом и Осборном.

После некоторых усилий Рейнхарту удалось свести обоим в кабинете Осборна. К тому времени профессор уже полностью разобрался в положении и теперь жаждал действий. Флеминг выглядел постаревшим и каким-то поникшим, будто сломалась поддерживавшая его пружина. Покрасневшие глаза были обведены кругами.

Осборн, как всегда элегантный, откинувшись со скучающим видом на спинку кресла, слушал Рейнхарта.

— Профессор Дауни высказывает предположение, что в ее руках находится хромосомная структура клетки.

— Живой клетки?

— Да. Это нечто совершенно новое. До сих пор порядок, в котором располагаются молекулы нуклеиновых кислот, не был известен.

— Что же, теперь действительно можно создать живую клетку?

— В случае, если использовать нашу счетную машину для того, чтобы контролировать эксперимент, и если удастся создать химическую установку, позволяющую вносить в него необходимые коррективы по мере их поступления. По сути дела, нужно построить установку для синтеза ДНК, и тогда, я полагаю, можно будет создать живую ткань.

— То есть то, к чему биологи стремятся уже много лет, не так ли?

— Вы что, действительно собираетесь позволить машине создать живой организм? — мрачно спросил Флеминг.

— Дауни хочет попробовать, — сказал Рейнхарт, обращаясь к Осборну, — а Флеминг возражает. Что будем делать?

— С чего бы это вы против? — небрежно, будто речь шла о пустяках, спросил Осборн.

— С того, что мы окажемся втянутыми в это дело в известной степени помимо нашей воли, — вяло ответил Флеминг. — Я говорил так с того самого дня, как мы построили эту проклятую штуку, и сейчас не вижу ничего, что могло бы заставить меня думать иначе. Мадлен Дауни воображает, что чертову машину можно использовать как обычный лабораторный прибор. Завидую ее оптимизму. Если ей хочется развлечься синтезом ДНК, то пусть сидит в своем университете и делает там, что ей угодно. Не подпускайте ее к машине. Или, если уж это так необходимо, сначала сотрите память.

— Рейнхарт? — Осборн со скучающим видом повернулся к профессору. Какое впечатление произвели на него слова Флеминга, осталось неясным.

— Не знаю, — развел руками профессор. — Просто не знаю. Конечно, все это плоды чуждого нам разума, но...

— «Мы всегда сможем выключить рубильник», — закончил за него Флеминг. — «Разве мы построили машину не для того, чтобы проверить содержание послания?» Так вы хотели сказать? Ну что же, мы все это уже сделали. Мы запустили машину, чтобы узнать, для чего она. Теперь мы и это знаем.

— Знаем?

— Я знаю! Это мыслящее чудовище — пятая колонна другого мира, другой формы жизни. Оно несет в себе семена жизни и с ними — семена разрушения...

— Скажите, а у вас есть хоть какие-нибудь основания утверждать все это? — спросил Осборн.

— Ничего определенного.

— Так как же?...

Флеминг тяжело поднялся с кресла и направился к двери. — Ну ладно, валяйте! Валяйте и увидите сами. Только не приходите потом плакать ко мне.

(Продолжение следует)

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

АСТРОНОМИЯ НА МАРКАХ

Приходилось ли Вам когда-либо рассматривать конверт, опущенный в почтовый ящик лет 20—30 тому назад? Если да, то Вы обязательно обратили внимание на почтовую марку. Она-то и дает Вам повод для раздумий и воспоминаний. Действительно, марка отражает не только дух времени, но и говорит об успехах страны, об ее истории, напоминает о великих людях и знаменательных событиях.

Астрономия — одна из древнейших наук, но никогда нестареющая, тоже по достоинству получила отражение на почтовых марках.

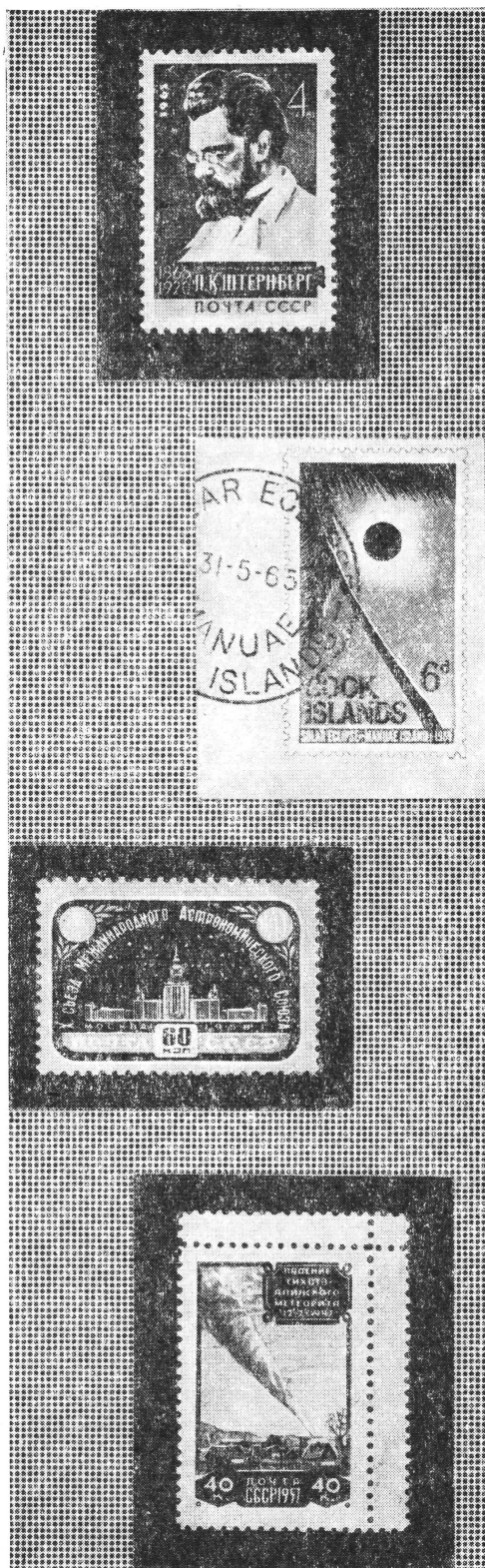
Уже в первые годы существования Советского Союза, в 1925 г., вышли в свет две марки с портретом гениального русского ученого М. В. Ломоносова, внесшего значительный вклад в развитие астрономии в России. Эти марки у филателистов, собирающих коллекции по астрономической тематике, по праву занимают первое место. Марки, посвященные Ломоносову, выпускались у нас в 1945, 1949, 1955, 1956 и 1961 гг. В честь Ломоносова выпускали марки и другие страны.

Много марок разных стран мира посвящены Николаю Копернику, великому польскому астроному. Марка с изображением Коперника (миниатюра картины польского художника Яна Матейки) была выпущена у нас в 1955 г. Копернику посвятили свои марки Польша, Китай, Франция и даже Парагвай.

Много марок выпущено в честь Галилея. В годовщину 300-летия со дня его смерти (1942 г.) в Италии появилась серия из четырех марок. А в день 400-летия со дня рождения Галилея 5 февраля 1964 г. Советский Союз, Венгрия, Италия, Чехословакия выпустили марки с портретом ученого.

Ряд марок, вышедших в СССР, посвящены выдающимся русским астрономам. В 1956 г. появилась марка, посвященная 125-летию со дня рождения основателя теории кометных форм Ф. А. Бредихина. В 1958 г. увидела свет марка с портретом неутомимого исследователя метеоритов Л. А. Кулика. Марка, посвященная основателю Пулковской



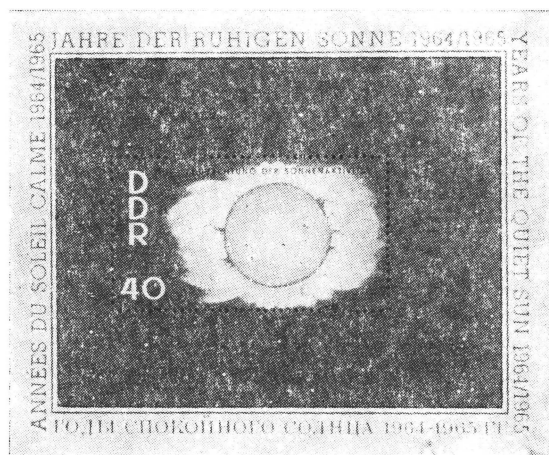


обсерватории В. Я. Струве, вышла в 1964 г., а марка с изображением астронома-революционера П. К. Штернберга появилась в наших коллекциях в прошлом году.

Особый интерес представляют марки с изображением обсерваторий, астрономических приборов, некоторых созвездий и марки, посвященные различным астрономическим явлениям и событиям.

Так, в серии из трех марок, выпущенных в ознаменование X съезда Международного Астрономического Союза, проходившего в 1958 г. в Москве, на двух марках показаны башня солнечного телескопа Крымской астрофизической обсерватории и параболический рефлектор Государственного астрономического института имени Штернберга. Третья марка — копия значка, выдававшегося участнику съезда; только на марке вместо фамилии участника и страны, которую он представляет, сделана надпись: «Почта СССР, 60 коп». Эскиз значка и этой марки был предложен одним из организаторов съезда, московским астрономом П. Г. Куликовским.

Падению Сихотэ-Алинского метеорита 12 февраля 1947 г. посвящена марка, выпущенная в





1957 г. А на румынской марке изображено солнечное затмение 15 февраля 1961 г.

30 мая 1965 г. происходило солнечное затмение, полная фаза которого наблюдалась на далеких островах Кука, принадлежащих Новой Зеландии*. В честь этого события там была выпущена не только марка, но и изготовлен специальный штемпель, которым гасилась марка в день затмения.

В Советском Союзе была выпущена марка с изображением знаменитой Пулковской обсерватории, послевоенное восстановление которой завершилось в 1954 г.

На японских марках представлены обсерватории Токио, Мицузава, Окаяма. Франция показала на марках свои обсерватории в Нанси и Пик-дю-Миди. Башня 5-метрового рефлектора Паломарской обсерватории изображена на марке США. Обсерватория Коперника в Фромборке показана на польских марках. ГДР, Австрия, Дания, Гватемала, Перу и другие страны также представили на марках свои обсерватории.

Хочется подробнее остановиться на одной из лучших серий астрономической тематики. Это шесть разноцветных марок, выпущенных в 1942 г. в Мексике. На первой марке представлена фотография пылевой туманности в созвездии Ориона, на второй — солнечная корона в момент полного затмения Солнца, на третьей — спиральная галактика NGC 5194, на четвертой — галактика NGC 4594, планетарная кольцеобразная туманность в созвездии Лиры изображена на пятой марке, а на последней марке дается диаграмма Герцшпрунга — Рассела.

Интересна серия из 13 марок, вышедших в 1961 г. в Израиле. На марках показаны знаки, мифические изображения и взаимное расположение 12 зодиакальных созвездий.

* Подробнее об этом см. статью М. Н. Гневышева «За лунной тенью на острова Кука». «Земля и Вселенная», № 1, 1966 г.





«ЭЛЕМЕНТАРНАЯ АСТРОНОМИЯ»

В 1965 г. достоянием значительного круга любителей астрономии и астрономов-профессионалов стала книга «Элементарная астрономия»*, являющаяся научно-популярным учебным и справочным пособием.

В предисловии редактора справедливо указано, что слово «элементарная», стоящее в заглавии книги, «нельзя понимать... слыш-

О. Струве, Б. Линдас, Э. Пиланс. «Элементарная астрономия», «Наука», 1964 (перевод И. С. Щербиной-Самойловой под редакцией С. А. Каплана).

ком буквально». Редактор обосновывает это тем, что авторы книги почти не пользуются высшей математикой и даже тригонометрией, но зато, главным образом в астрофизических главах, она «написана на высоком научном уровне». Одновременно с этим редактор считает, что книга, по существу, представляет собой учебник по курсу общей астрономии. С последующим утверждением едва ли можно согласиться, так как книга написана очень неровно. Это прежде всего относится к ориентировке на знания читателя в области физики. Действительно, если на стр. 23 даются разъяснения



относительно применяемых температурных шкал, на стр. 201 сообщаются сведения о строении атомного ядра и т. д., то в дальнейшем без каких-либо пояснений говорится о «серии Лаймана» (стр. 338), о синхротронном радиоизлучении и т. п. Возможно,



Австралия, Япония, Канада, США и другие государства также неоднократно изображали на марках отдельные звезды и целые созвездия. А на многих марках показано только одно небесное тело — Солнце. Международному году спокойного Солнца посвящены не только отдельные марки и серии, но и блоки марок, конверты и специальные гашения. В Советском Союзе была выпущена к началу МГСС серия из трех марок с изображением Солнца. Эти марки уже воспроизводились на страницах журнала «Земля и Вселенная» (№ 2, 1965). Венгрия, Польша, Болгария, Чехословакия, Вьетнам, Куба, Гана, Мали, Того и многие другие страны тоже отдали дань Солнцу на марках.

Разные страны посвятили нашему естественному спутнику свои почтовые миниатюры. Основные фазы Луны изображены на четырех марках Албании. В СССР выпущена одна из многих марок с Луной. Эта марка интересна тем, что на ней запечатлено фотографирование обратной стороны Луны.

В последнее время в нашей стране в связи с прилунением станции «Луна-9» и выводом на орбиту вокруг Луны станции «Луна-10» выпущены новые марки.

В следующих номерах журнала мы расскажем читателям о марках, отражающих тесную связь науки и техники, космических полетов и астрономии.

В. В. ПОЛОНСКИЙ

что такая несогласованность возникла в результате того, что книга написана тремя авторами, имеющими различную точку зрения на подготовленность читателя.

В книге имеются некоторые недостатки, в основном относящиеся к ее неастрофизической части. Авторы включили в свою книгу параграфы, посвященные сферической и даже практической астрономии. Сделали они это очень сжато и в значительной части в непривычной для советского читателя «американской» стандартной форме. Так, центр небесной сферы они совмещают только с центром Земли или с центром Солнца (стр. 28), радиус сферы принимают бесконечно большим, круг склонений называют «часовым кругом». Попадают и такие формулировки (стр. 29): «Если смотреть с Земли, то прямое восхождение измеряется к востоку от точки весеннего равноденствия». А как быть, если эта точка еще не взошла над горизонтом, или совпадает с точкой востока? Можно было бы продолжить такие замечания.

Значительно лучше написана глава, посвященная всемирному времени. И здесь тоже своеобразие изложения, но в ряде случаев такое, которое заслуживает внимания авторов наших книг по этому разделу астрономии. Но и тут можно сделать несколько критических замечаний. В частности, значительно проще можно было бы сделать математические выкладки по определению массы Земли методом Иолли.

Из 450 страниц книги более 300 относится к астрофизике, звездной и галактической астрономии. Есть основания предполагать, что львиная доля этой части книги написана Отто Струве — выдающимся астрономом XX в. и прекрасным популяризатором науки. Правда, и здесь далеко не все изложено одинаково подробно и одинаково популярно. Чувствуется личный интерес автора к различным вопросам. Так, вопросы радиоастрономических исследований небесных объектов изложены довольно скупо. Зато такие разделы, как спектральная классификация

звезд, переменные звезды, звездные скопления, вращение звезд, написаны исключительно свежо и интересно. В частности, интересно отметить, что о двумерной звездной классификации до самого последнего времени ничего нельзя было найти в книгах наших авторов, отнюдь не претендующих на популярность изложения. Так, в книге «Курс астрофизики и звездной астрономии», составленной в основном коллективом Пулковской обсерватории и предназначенной для астрономов-специалистов, о двумерной классификации сказано лишь несколько слов; в рецензируемой же «Элементарной астрономии» о ней дается на нескольких страницах представление, достаточное для понимания сути дела. Четко и понятно изложена проблема цефеид. В вопросе о «нульпункте» зависимости период — светимость существуют более крайние точки зрения, чем предлагаемая авторами книги, но то, что написано в ней, выглядит убедительно. Явно отличной от принятой у нас точки зрения придерживаются авторы в вопросе о структуре Галактики. В книге нет главы, посвященной уточнению этой проблемы, но рассмотрение возможных траекторий шаровых звездных скоплений, которые у нас относятся обычно к сферической подсистеме Галактики, показывает своеобразную точку зрения авторов по этому вопросу.

Книга писалась восемь лет назад. Поэтому в ней, естественно отсутствуют упоминания о тех открытиях в области внегалактической астрономии, которые были сделаны в шестидесятых годах.

Точно также, по некоторым уже известным в период написания книги явлениям авторы дают пояснения, имевшие распространение в прошлом, но опровергнутые в настоящее время (например, гипотеза столкновения галактик). Редактор книги, учитывая это, снабдил ее текст довольно многочисленными замечаниями, в некоторых случаях весьма обстоятельными (например, стр. 282, посвященная космическому

радиоизлучению). Однако, не все замечания составлены удачно, некоторые из них носят дискуссионный характер. Учитывая развитие космонавтики и связанной с ней внеатмосферной астрономии, редактор дал специальное дополнение по ракетной астрономии (стр. 455—463).

Нельзя не пожалеть, что в процессе подготовки книги к печати не были устранены, пусть небольшие и немногочисленные, ошибки, относящиеся по преимуществу к сферической астрономии. Так, на стр. 33 и 34 при объяснении причин непостоянства продолжительности истинных солнечных суток сообщаются незерные сведения об изменении угловой скорости проекции центра диска Солнца на небесный экватор, происходящем вследствие движения Земли по эллиптической орбите и из-за наклона плоскости эклиптики к плоскости небесного экватора (правильные угловые скорости $57'$ и $61'$ на стр. 33 и $64'$ в подписи к рисунку 3. 9). Имеются и еще несколько мелких ошибок в различных главах книги, которые легко могли быть исправлены при ее переводе.

Но главное, конечно, не это. Почти все содержание книги изложено ясно и понятно, причем в ряде наиболее трудных и важных вопросов чувствуется рука большого мастера науки и талантливого автора. Естественно, что в сказанном имеется небольшая заслуга переводчика и редактора книги.

Конечно, книга «Элементарная астрономия» содержит некоторые спорные утверждения, пропуски и некоторые другие недостатки. Но ведь в нашей литературе давно не было такой обстоятельной астрономической книги, написанной увлекательно и на высоком научном уровне. Это не учебник по курсу общей астрономии, так как книга не соответствует ни одной из существующих у нас программ. Но она является исключительно ценной и полезной книгой и для тех, кто изучает такой курс, и для самообразования. Это книга, которую мы ждали, по-моему, чрезмерно долго.

Р. В. КУНИЦКИЙ,
профессор

КРОССВОРД

По горизонтали: 5. Ученый, живший в VI веке до н. э. и впервые предсказавший солнечное затмение. 6. Яркий метеор. 8. Звездная система. 11. Город в Эстонской ССР. 13. Период повторяемости солнечных и лунных затмений. 15. Двойная звезда. 17. Небесное тело. 18. Раздел физики. 19. Последняя эпоха каменного века. 20. Космический корабль. 24. Река в Чехословакии. 25. Порт в Норвегии. 26. Звезда — сверхгигант. 29. Город в Китае. 31. Геометрическая поверхность, используемая для представления взаимного расположения небесных светил. 32. Газообразная оболочка планет. 33. Созвездие. 34. Советский астроботаник.

По вертикали: 1. Столица европейского государства. 2. Австрийский астроном. 3. Город в Африке. 4. Спутник Сатурна. 7. Созвездие. 9. Мифическая река. 10. Основное понятие геометрии. 12. Система мироздания. 14. Инструмент для фотографирования небесных светил. 15. Малая планета. 16. Бессмыслица. 21. Точка, в которой собираются лучи, отра-

женные вогнутым зеркалом. 22. Английский астроном. 23. Американский космонавт. 27. Город в Японии. 28. Сторонник вероучения, отрицавшего церковь.

30. Точка небесной сферы. 31. Острова, в районе которых советские астрономы в 1965 г. проводили наблюдения полного солнечного затмения.

Научно-популярный журнал «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Орган секции физико-технических и математических наук
Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астронома-геодезического общества

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ

Ответственный секретарь Е. П. ЛЕВИТАН

Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOB, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОБАЛЬД, кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

Художественный и технический редактор В. Ф. Ситникова

Адрес редакции: Москва, В-333, Ленинский пр., 61

Т. 07639

Подписано к печати 12/VII—1966.

Тираж 29 500 экз.

Тел. АВ 7-78-14, АВ 7-67-09

Зак. 747. Бум. л. 3. Формат бумаги 84×103¹/₁₆. Печ. л. 10,8+2 вклейки. Уч.-изд. л. 11,5
2-я типография издательства «Наука», Москва, Шубинский пер., 10

КАК БЫЛО ПОЛУЧЕНО ИЗОБРАЖЕНИЕ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

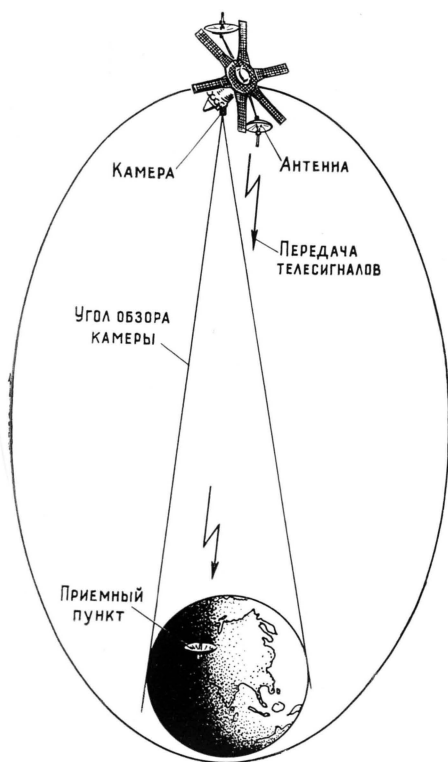


Рис. 3



Рис. 4

На спутнике «Молния-1», помимо ретрансляционной аппаратуры связи, была установлена экспериментальная аппаратура [телевизионные камеры и электронный блок-формирователь видеосигнала] для получения изображения Земли из космического пространства с большой высоты.

Телевизионные камеры установлены снаружи на корпусе спутника. Их конструкция приспособлена для работы в условиях космического пространства. Сменные объективы камер обеспечивают охват всего земного шара во всем диапазоне высот полета спутника. Набор светофильтров переменной плотности обеспечивает возможность определять яркостные характеристики Земли, позволяет проводить наблюдения участков различной освещенности.

Смена объективов и светофильтров производится по командам оператора с Земли, а наведение камер на Землю — специальной автономной системой, которая работает независимо от системы ориентации спутника на Землю.

Сеанс наблюдения Земли начался как и обычный сеанс связи. После завершения ориен-

тации бортовой антенны спутника на Землю [рис. 3] включаются ретранслятор и телевизионная камера.

Сигналы телекамеры поступают в блок-формирователь видеосигналов, которые направляются затем в аппаратуру бортового ретранслятора, усиливаются там и через антенну передаются на наземные приемные пункты. Сменяются объективы, и на экране телевизора видно изображение Земли в различных масштабах. При работе с длиннофокусным объективом видна часть диска Земли, а при работе с короткофокусным объективом — весь диск Земли, как показано на рис. 4. Публикуемые фотографии получены с длиннофокусным объективом. Изображение принимается сразу несколькими станциями командно-измерительного комплекса, расположенными в разных районах Советского Союза.

Опыт наблюдения поверхности Земли из глубин космического пространства показал, что наши инженеры и ученые сделали еще один шаг в использовании космической техники для практических нужд народного хозяйства.

Цена 30 коп.

Индекс
70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»

подписывайтесь на журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»!